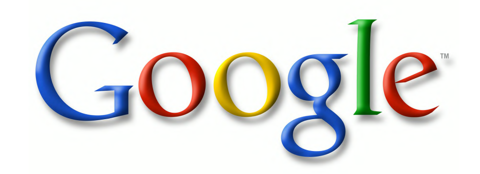
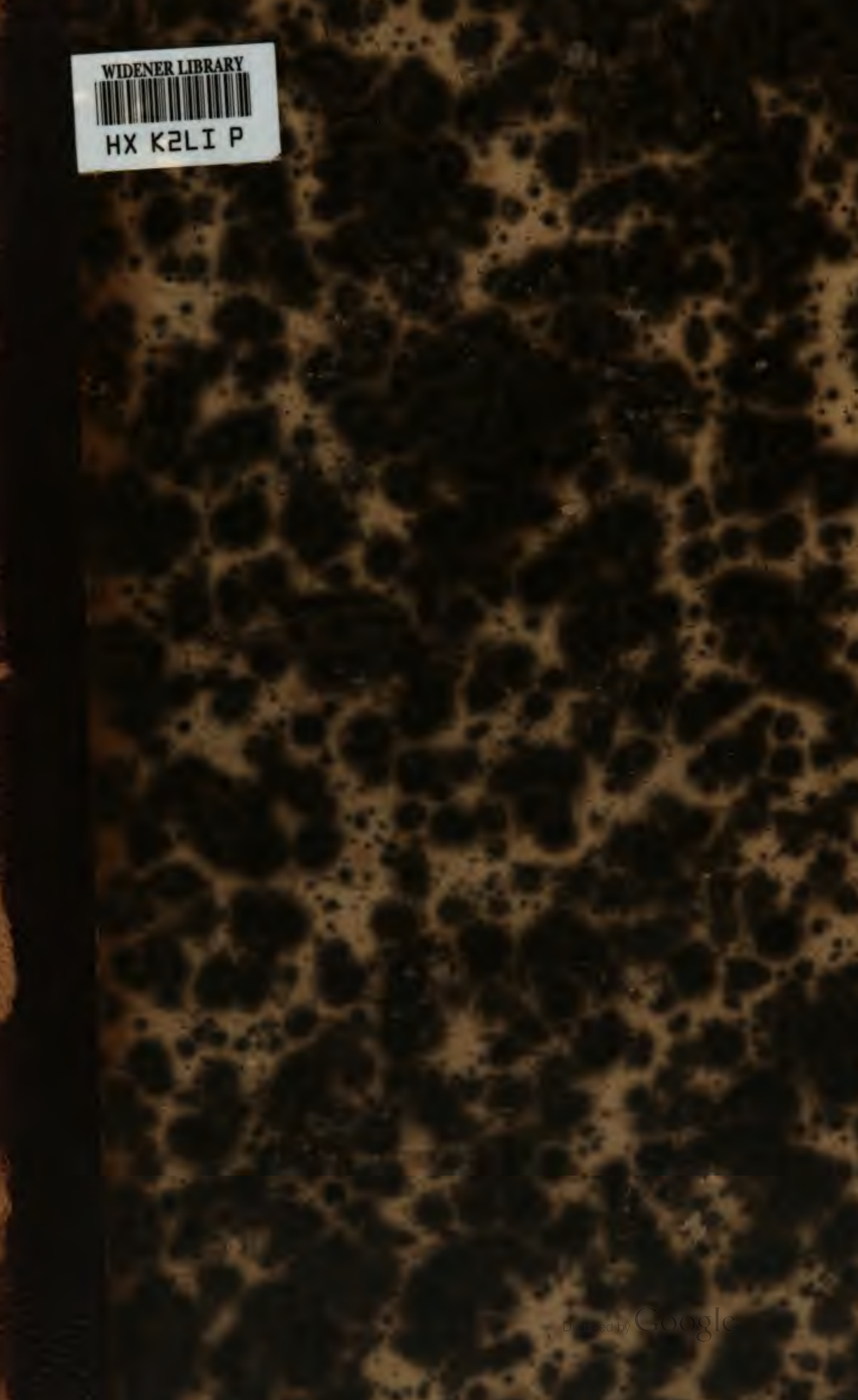
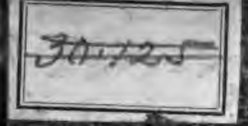








BIBLIOTHÈQUE
UNIVERSELLE

DES

SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS,

RÉDIGÉE A GENÈVE.

1833. — TOME II.

SCIENCES ET ARTS.

GENÈVE,
IMPRIMERIE DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE.
PARIS,
ANSELIN (SUCCESSEUR DE MAGIMEL), LIBRAIRE, RUE DAUPHINE, N° 9.
BRUXELLES.
L. HAUMANN ET COMP^e, LIBRAIRES, RUE NEUVE, N° 103.

BIBLIOTHÈQUE

UNIVERSELLE

DES

SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS,

RÉDIGÉE A GENÈVE.

FAISANT SUITE A LA BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE.

XVIII[me] ANNÉE.

SCIENCES ET ARTS. — TOME LIII.

GENÈVE,
IMPRIMERIE DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE.
PARIS,
ANSELIN (SUCCESSEUR DE MAGIMEL), LIBRAIRE, RUE DAUPHINE, N° 9.
BRUXELLES.
L. HAUMANN ET COMP[e], LIBRAIRES, RUE NEUVE, N° 103.

1833.

STATISTIQUE MÉDICALE.

DE L'INFLUENCE DES SAISONS SUR LA MORTALITÉ A DIFFÉRENS AGES; par le Dr. H.-C. LOMBARD. (*Lu à la Réunion de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Genève, en août* 1832, *et extrait des Mém. de la Société de Phys. et d'Hist. Nat.* T. VI.)

La statistique, cette science de moderne création, est devenue un instrument précieux pour les savans; tous ont puisé à cette source féconde, et en ont tiré, pour toutes les branches des connaissances humaines, des corollaires nouveaux et des faits importans. La physiologie, en particulier, a vu son domaine agrandi par les travaux statistiques, et a pu espérer la solution de questions inabordables par toute autre méthode. Telle est, entr'autres, la question qui fait l'objet de ce mémoire. Déterminer les variations de la force vitale, suivant l'âge et la saison, eût été, sinon impossible, du moins bien difficile, sans les recherches qui substituent aux expériences directes, des résultats d'autant plus certains qu'ils ont été recueillis sur une plus grande échelle.

Les changemens survenus dans la force vitale par le progrès de l'âge, peuvent être assez exactement mesurés par l'influence des saisons sur la mortalité; que le nombre des morts varie peu dans les différentes saisons, et il

sera naturel de supposer une assez grande force de résistance, ou en d'autres termes, un haut degré de force vitale; mais qu'au contraire la mortalité varie beaucoup d'une saison à l'autre, il s'en suivra que l'intensité de la force vitale aura diminué. On peut donc conclure des registres mortuaires à la vitalité, et de la statistique à la physiologie.

L'influence de la température sur la mortalité a fait l'objet de plusieurs mémoires intéressans. MM. Villermé et Milne-Edwards ont étudié ce phénomène chez les enfans nouveau-nés, et M. Quetelet a étendu ce genre de recherches à la totalité de la vie, ou du moins à un certain nombre de périodes qui représentent assez exactement les principales époques de la vie. Le travail que je publie maintenant, avait été entrepris long-temps avant que j'eusse connaissance du mémoire de M. Quetelet, publié en février 1832, dans la *Revue Encyclopédique*. Plusieurs des résultats que j'ai obtenus, sont venus confirmer les conclusions de M. Quetelet; d'autres m'ont conduit à une opinion différente que de nouvelles recherches pourront vérifier ou détruire.

Les faits exposés dans ce mémoire sont extraits des registres de l'état civil de la ville de Genève; ils comprennent 17,623 décès, répartis dans un espace de vingt-quatre ans, de 1779 à 1790, et de 1816 à 1827. Quoique peu considérable, ce nombre de décès paraît suffisant pour les conséquences que nous pourrons en tirer, puisque la plupart des résultats déduits de leur ensemble, se présentent dans l'une ou l'autre des séries de douze ans. Au reste, si de semblables recherches étaient instituées dans une ville plus populeuse que Genève, il n'est

pas douteux que l'on obtiendrait des résultats plus rapprochés de la vérité, en ce qu'ils seraient basés sur un plus grand nombre de décès.

Afin d'apprécier plus exactement l'influence de la température sur la mortalité à différens âges, j'ai divisé la vie en huit périodes, qui toutes m'ont paru représenter un état différent des forces vitales. Ces huit périodes sont :

1° Depuis la conception jusqu'à la naissance (morts-nés).

2° Depuis la naissance jusqu'à un mois (nouveau-nés).

3° Depuis un mois jusqu'à deux ans (première enfance).

4° Depuis deux à quinze ans (enfance et adolescence).

5° Depuis quinze à soixante ans (force de l'âge).

6° Depuis soixante à soixante-dix ans (vieillesse commençante).

7° Depuis soixante-dix à quatre-vingts ans (vieillesse confirmée).

8° Depuis quatre-vingts à cent ans (caducité).

Avant d'étudier l'influence des saisons sur la mortalité à ces différens âges, recherchons d'abord quelles sont les variations de la totalité des décès, suivant les mois ou les saisons. Les tableaux joints à ce mémoire (1) montrent que l'accroissement et la diminution mensuelle des décès suivent une marche assez régulière ; le minimum correspond au mois de juillet, et le maximum au mois de février. C'est-à-dire que le plus petit nombre des décès s'observe dans le mois le plus chaud, et le maximum dans celui qui suit l'époque la plus froide de l'année. Entre ces deux extrêmes, l'augmentation et la diminution des décès suivent une

(1) L'étendue de ces tableaux ne nous permet pas de les reproduire ici. (R.)

marche tout-à-fait régulière; seulement la période décroissante est plus lente, tandis que celle d'accroissement est beaucoup plus rapide; celle-ci ne comprend que cinq mois et la première sept.

L'étendue des variations mensuelles, pour la totalité des décès, n'est pas très-considérable; nous arrivons à ce résultat en prenant la différence qui existe entre le maximum et le minimum du nombre des décès; cette différence est de 598, soit 0,034 du nombre total.

Si l'on compare entr'elles les quatre saisons, nous verrons le maximum des décès correspondre à l'hiver, et le minimum correspondre à l'été; résultat exactement semblable à celui obtenu plus haut, et qui nous permet de tirer la conclusion que le froid augmente la mortalité, tandis qu'une température élevée tend à la diminuer.

Les faits observés par M. Quetelet lui ont donné des résultats identiques de l'influence absolue du froid et de la chaleur; il a vu dans les Pays-Bas le maximum des décès correspondre à janvier, et le minimum à juillet.

Si maintenant nous passons aux différentes périodes dans lesquelles nous avons divisé la vie, nous étudierons l'influence de la température pour chacune de ces époques. La réunion des morts-nés et des avortemens, dans la première période, rend assez difficile l'appréciation de cette influence; néanmoins l'on peut voir que le nombre des morts-nés, sans avoir une marche régulière dans chaque mois, atteint son maximum en hiver, et diminue progressivement jusqu'en automne.

Si nous comparons ces variations avec celles du nombre total des naissances, qui doit naturellement influer sur celui des morts-nés, nous aurons les chiffres suivans :

	MORTS-NÉS.		NAISSANCES (1).	
	Nomb. réels.	Nomb. proport.	Nomb. réels.	Nomb. proport.
Hiver....	297.....	0,265	1,357.....	0,266
Printemps.	290.....	0,259	1,336.....	0,261
Été......	268.....	0,239	1,189.....	0,232
Automne..	265.. ..	0,237	1,227.....	0,240
Total.	1,120.....	1,000	5,109.....	1,000

Il résulte de cette comparaison, que l'hiver et le printems n'influent pas sur le nombre des morts-nés ; que l'été en augmenterait la proportion, tandis que l'automne serait la saison la plus favorable à la conservation des enfans, tant à leur naissance que dans le sein de leur mère. Mais il ne faut pas oublier que ces résultats sont fondés sur des différences peu considérables, et que par conséquent l'on ne doit pas attribuer une grande influence à la température sur l'augmentation ou la diminution du nombre des morts-nés. Ces résultats sont rendus encore plus évidens par la comparaison des extrêmes de variations des naissances et des morts-nés. Ces derniers donnent une différence de 0,028 entre le maximum et le minimum des nombres mensuels, tandis que les premiers s'expriment par le chiffre de 0,024.

Dans leurs recherches sur l'influence de la température,

(1) Le chiffre des naissances est celui des dix années comprises entre 1814 et 1823 ; il m'a été communiqué par M. l'avocat Edouard Mallet, qui a entrepris un travail fort important sur le mouvement de la population de la ville de Genève.

relativement à la mortalité des nouveau-nés, MM. Villermé et Edwards ont exprimé le regret de ne pouvoir apprécier cette influence pour les premiers mois de la vie. Il résulte de nos documens que le maximum des décès, pour cette époque de la vie, correspond au mois le plus froid (janvier) et le minimum aux deux mois les plus chauds (juillet et août). Mais pour apprécier rigoureusement l'action de la température, il faut comparer le chiffre des naissances avec celui des décès des enfans au-dessous d'un mois, au moyen du tableau suivant qui nous donne les variations des naissances et des décès pour chaque mois de l'année.

	NAISSANCES.		DÉCÈS DANS LE PREMIER MOIS DE LA VIE.	
	Nomb. réels.	Nomb. proport.	Nomb. réels.	Nomb. proport.
Janvier	455	0,087	162	0,121
Février	460	0,088	139	0,104
Mars	486	0,093	161	0,120
Avril	481	0,092	122	0,091
Mai	466	0,089	94	0,070
Juin	417	0,080	86	0,064
Juillet	368	0,071	72	0,054
Août	425	0,082	72	0,054
Septembre	409	0,079	85	0,068
Octobre	428	0,082	93	0,069
Novembre	390	0,075	106	0,079
Décembre	422	0,081	149	0,111
Total.	5,207	1,000	1,341	1,000

Un premier fait qui ressort de ce tableau, c'est l'influence qu'exercent les changemens des saisons sur la mortalité

des nouveau-nés; en effet, tandis que les extrêmes des variations mensuelles ne présentent pour les naissances qu'un chiffre de 0,022, ils atteignent pour les décès la proportion de 0,067; en second lieu nous voyons les mois froids augmenter tellement les décès, qu'ils en doublent le nombre et même au-delà. M. Quetelet a observé la même influence à Bruxelles, où les décès du mois de janvier dépassent de 0,52 ceux du mois de juillet. La comparaison des saisons nous donne le même résultat que celle des mois; en effet, nous voyons l'hiver causer un grand nombre de décès parmi les nouveau-nés, et l'été exercer sur eux une action bienfaisante et préservative.

Après le premier mois de la vie, l'influence de la température est bien loin d'être aussi marquée. Si l'on prend les décès des enfans âgés d'un mois à deux ans, l'on voit le maximum correspondre au mois d'octobre, et le minimum aux mois de juillet et d'avril. La comparaison des saisons nous signale l'automne comme l'époque de la plus grande mortalité, et le printems comme celle où il meurt le plus petit nombre d'enfans de cet âge. La différence entre ces diverses saisons est cependant peu tranchée, puisqu'elle ne forme que 0,062 du nombre total des décès, tandis que la période précédente présentait une différence de 0,173 entre les extrêmes. MM. Villermé et Edwards avaient déjà remarqué que les mois d'août et de septembre offraient une mortalité assez forte chez les enfans âgés de moins de trois mois, et ils en avaient conclu que la présence continue d'une température élevée était presque aussi nuisible aux enfans nouveau-nés que celle d'une température basse. Cette opi-

nion ne nous paraît pas admissible, puisque l'ensemble des trois mois les plus chauds de l'année nous présente un nombre de décès inférieur à celui de l'automne, et qu'en outre l'été, et surtout l'automne, sont les deux saisons où il meurt le moins d'enfans dans le premier mois de la vie. Le tableau suivant, extrait du travail de MM. Villermé et Edwards, nous paraît établir que ce n'est point à la chaleur qu'est dû l'excès de mortalité des enfans en automne.

Décès des enfans de 0 d'âge à trois mois, comparés aux naissances, dans les Départemens situés au nord du 49e degré de latitude, et au sud du 45e (1).

	DÉPARTEMENS DU NORD.	DÉPARTEMENS DU MIDI.
Janvier...	1 mort sur 7,87 naissances.	1 mort sur 9,00 naiss.
Février...	7,75	9,13
Mars....	7,85	10,21
Avril....	8,64	12,04
Mai.....	9,68	13,13
Juin.....	10,05	11,94
Juillet....	9,95	10,87
Août.....	7,29	10,52
Septembre	7,54	11,72
Octobre..	8,15	12,63
Novembre	9,08	11,27
Décembre.	7,64	9,52

En effet, si l'on compare la mortalité de l'automne au nord et au midi, l'on trouvera une grande différence en faveur des Départemens du midi, où il succombe peu d'enfans dans cette saison, tandis qu'au nord la mortalité

(1) *Annales d'hygiène*, T. II, p. 198.

atteint, comme à Genève, son maximum aux mois de septembre et d'octobre. Certes, si les chaleurs intenses des mois de juin, juillet et août, n'ont pas amené dans les climats méridionaux un accroissement de mortalité, l'on ne peut considérer la continuité de la chaleur comme la cause de ce phénomène. Je voudrais substituer une hypothèse à celle-ci, qui me paraît inadmissible; mais jusqu'à présent la seule explication de la grande mortalité des enfans pendant les mois de septembre et d'octobre, qui me paraisse offrir quelque probabilité, c'est la différence de température des jours et des nuits, qui n'est jamais plus forte qu'à cette époque de l'année. Or nous savons que ces variations de température influent principalement sur le tube digestif, organe qui, chez les enfans d'un à deux ans, est dans un état de grande activité fonctionnelle, et par conséquent très-susceptible de contracter des maladies graves. Je soumets cette conjecture aux physiologistes, dans l'espoir que leurs lumières pourront trouver la solution de cette question d'hygiène et de pathologie.

Entre deux et quinze ans, les variations de la mortalité sont peu considérables, et la répartition mensuelle des décès suit, à plusieurs égards, la même marche que dans la période précédente. Le maximum porte sur le mois d'octobre, et le minimum sur celui d'août; et quant aux différentes saisons, le printems est l'époque de la plus grande mortalité, tandis que l'hiver compte le plus petit nombre de décès. Néanmoins, comme la différence entre ces deux extrêmes est peu considérable (0,044), l'on doit considérer la force de résistance entre deux et quinze ans,

comme assez puissante pour contrebalancer, en grande partie, l'influence des saisons. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué pour la période précédente, les extrêmes de chaleur ou de froid ne paraissent pas avoir d'effet bien fâcheux, puisque l'été et l'hiver ne comptent qu'un petit nombre de décès. Il n'en est pas de même du printems et de l'automne, qui augmentent la mortalité, probablement par les grandes variations de la température, que l'on observe à ces deux époques de l'année.

Dans la force de l'âge, c'est-à-dire de quinze à soixante ans, le cours des saisons modifie la mortalité, mais en sens inverse de la période précédente. A cette époque de la vie, le maximum des décès correspond au mois le plus froid (janvier), et le minimum au mois le plus chaud (juillet); la comparaison des saisons nous donne le même résultat, puisque l'hiver est l'époque de la plus grande mortalité, et l'été celle de la moindre.

Après soixante ans, l'influence des saisons est de plus en plus marquée; de soixante à soixante-dix ans, les périodes de maximum et de minimum correspondent au mois le plus variable (mars), et au mois le plus chaud (juillet); les saisons suivent la même marche, c'est-à-dire que la mortalité est la plus forte dans la saison froide (hiver), et la plus faible dans la saison dont la température est élevée (été). La différence entre ces deux extrêmes est deux fois plus considérable que dans la période précédente (107 au lieu de 54), d'où l'on peut conclure que, dès le commencement de la vieillesse (de 60 à 70), l'influence du changement de température est beaucoup plus prononcée que dans la force de l'âge.

Entre soixante-dix et quatre-vingts ans, nous voyons le cours des saisons modifier toujours plus le chiffre de la mortalité ; le maximum correspond au mois de février, et le minimum à juillet ; l'hiver est aussi l'époque de la plus grande mortalité, et l'été celle qui compte le moins de victimes. La différence entre ces deux extrêmes, qui peut nous servir à mesurer l'influence de la température, est, pour la période qui nous occupe, de 0,129, soit 0,022 de plus qu'entre soixante et soixante-dix, et dans le rapport de 1 à 2,4 (54 à 129) avec la période de quinze à soixante ans.

Enfin si nous étudions l'influence des saisons sur la mortalité des personnes très-avancées en âge, nous trouvons le chiffre des décès très-élevé en hiver, et très-exigu en été. La différence qui existe entre ces deux extrêmes, forme plus des deux dixièmes du nombre total (0,207), proportion quatre fois plus considérable que celle observée dans la période de quinze à soixante ans. La comparaison des décès, mois par mois, montre qu'il meurt plus de deux vieillards en hiver pour un qui succombe en été.

En résumant maintenant les différences observées entre les périodes dans lesquelles nous avons divisé la vie, nous pourrons apprécier d'une manière rigoureuse la force de résistance de chaque âge par l'influence qu'exercent les saisons sur la mortalité respective. L'époque de la vie où cette influence est la moins prononcée, correspond à l'âge de deux à quinze ans, d'après les résultats mensuels, et de quinze à soixante ans d'après les résultats trimestriels; d'où l'on peut conclure que

depuis deux à soixante ans, l'influence des saisons sur la mortalité est à son minimum. Au-dessus et au-dessous de cet âge nous voyons l'étendue des variations augmenter progressivement. Au-dessous d'un mois, la différence entre les extrêmes de mortalité est de 0,173 pour les résultats trimestriels, et de 0,067 pour les résultats mensuels, c'est-à-dire, deux à trois fois plus considérable qu'entre deux et soixante ans. Entre un mois et deux ans, l'étendue des variations mensuelles est de 0,042, et celle des variations trimestrielles de 0,062; d'où il paraît que l'influence des saisons est moins marquée que dans la période précédente, mais cependant plus prononcée que dans la suivante. Après soixante ans, l'étendue des variations augmente progressivement, d'une manière peu marquée jusqu'à soixante-dix, mais après cette époque, dans la proportion de 55 à 64, ou de 107 à 129, entre soixante-dix et quatre-vingts ans, et de 64 à 80, ou de 129 à 208, entre quatre-vingts et cent ans. En résumé, nous voyons la force de résistance à l'influence délétère des saisons être considérable dans le milieu de la vie, moins intense entre un mois et deux ans, et de soixante à soixante-dix, très-faible dans le premier mois de la vie, et à son maximum après la soixante-dixième année.

M. Quetelet a donné un tableau qui conduit à un résultat pareil à ceux que nous venons d'exposer; nous le reproduisons pour en analyser les détails.

TABLEAU DE LA MORTALITÉ A BRUXELLES (1).

Ages.	*Décès pendant les mois de* *janvier*	*juillet.*	*Proportion des décès en juillet pour 1 en janv.*
Morts-nés..........	269....	215	0,80
1 mois après la nais.	3321....	1719	0,52
4 à 6 ans..........	878....	600	0,69
8 à 12 ans..........	616....	447	0,73
12 à 16 ans..........	409....	420	1,05
16 à 20 ans..........	502....	545	1,09
20 à 25 ans..........	861....	796	0,93
25 à 30 ans..........	793....	724	0,92
40 à 45 ans..........	818....	613	0,75
62 à 65 ans..........	968....	525	0,54
79 à 81 ans..........	658....	332	0,51
90 et au-dessus......	252....	99	0,39

Une première remarque que nous devons faire sur ce tableau, porte sur la manière dont il a été dressé. La comparaison des mois de janvier et de juillet peut bien servir à établir la mortalité de l'été et de l'hiver; mais l'on ne peut en déduire le degré de force vitale dans tout le cours de la vie, parce que, pour plusieurs périodes, ces deux mois ne présentent ni un maximum ni un minimum, ainsi que l'on peut s'en assurer par le résumé suivant des saisons les plus meurtrières.

A cet égard l'hiver vient en première ligne pour l'ensemble de la mortalité, tandis que l'été est la saison où l'on compte le moins de décès ; immédiatement après

(1) *Revue encyclopédique.* Loc. cit.

l'été vient le printems, et enfin l'automne, qui se rapproche le plus de l'hiver pour le chiffre de la mortalité. Au-dessous d'un mois, l'ordre des saisons est le même que pour la totalité des décès; mais entre un mois et deux ans, l'automne est la saison la plus meurtrière; vient ensuite l'hiver, puis l'été, et enfin le printems; de deux à quinze ans, le printems est l'époque du plus grand nombre des décès, l'automne vient en seconde ligne, puis l'été, et enfin l'hiver. Après quinze ans, l'hiver est constamment l'époque du maximum de la mortalité, et l'été celle du minimum. Jusqu'à quatre-vingts ans, l'automne vient immédiatement après l'hiver; après quatre-vingts ans le printems compte un nombre de victimes plus considérable que l'automne. Il nous paraît résulter de cette comparaison, que les effets des saisons ne sont point uniformes dans tout le cours de la vie, et que, si l'on veut prendre un ou deux mois comme représentans de l'influence générale de la température, l'on ne peut en déduire l'intensité de la force vitale ou de résistance.

M. Quetelet conclut du tableau ci-dessus, que la mortalité de l'hiver devient à peu près nulle vers dix ou douze ans, qu'après cette époque et vers la puberté, et pour les années qui la suivent, la chaleur vitale se développe si abondamment que c'est plutôt l'action de l'été que l'on doit redouter pour le jeune homme. Les tableaux qui ont servi de base à notre travail, ne nous permettent pas d'admettre ces conclusions, du moins pour Genève. En effet, nous avons vu que, dès la première année de la vie, l'automne est la saison la plus meurtrière, et l'on ne peut admettre qu'à cette époque de la vie, la cha-

leur vitale soit en excès; d'autant plus que nous avons vu plus haut les fortes chaleurs des pays méridionaux ne pas augmenter la mortalité autant que la température modérée des Départemens du nord de la France.

Ce qui rend encore cette conclusion plus probable, c'est le fait que le maximum de la mortalité entre deux et quinze ans ne correspond pas à la saison la plus chaude, mais bien au printems; tandis que l'été ne vient qu'en troisième ligne; on ne peut donc admettre qu'il y ait excès de chaleur vitale avant la puberté.

D'après M. Quetelet, vers l'époque du mariage, et pendant la durée de la reproduction, l'influence des saisons est à-peu-près nulle. L'hiver commence à faire sentir sa funeste influence après l'âge de quarante ans, et les effets en sont si sensibles qu'après l'âge de soixante-cinq ans le froid est aussi à craindre pour les vieillards que pour les enfans nouveau-nés; il l'est même davantage après quatre-vingt-dix ans, puisqu'il meurt deux à trois vieillards en hiver pour un seul au mois de juillet. La plupart de ces conclusions nous paraissent devoir être exactes, puisqu'elles sont en harmonie complète avec celles qui ont été déduites des tableaux de Genève, et cette coïncidence entre les résultats obtenus dans deux pays éloignés, doit faire penser qu'ils sont l'expression d'une loi générale, du moins pour la zone tempérée où nous vivons.

La division de nos recherches statistiques, en deux périodes, nous permet de reconnaître les changemens de la mortalité dans un espace de quarante ans. Nous voyons d'abord que l'influence des saisons sur les décès paraît

avoir diminué, c'est-à-dire que la mortalité se répartit maintenant d'une manière plus uniforme entre les différentes saisons qu'elle ne le faisait à la fin du siècle dernier, et cela dans le rapport de 0,029 (1816 à 1817) à 0,039 (1779 à 1790). Cette remarque, vraie pour la totalité des décès, l'est surtout pour ceux des nouveau-nés et des enfans âgés d'un mois à deux ans, qui présentaient des variations plus étendues autrefois que maintenant, dans le rapport de 0,079 à 0,060 pour les nouveau-nés, et de 0,049 à 0,037 pour les enfans âgés d'un mois à deux ans. D'où il résulte que maintenant des soins mieux entendus sauvent un certain nombre d'enfans, que, dans le siècle dernier, le froid n'eût point épargnés. En revanche, l'influence des saisons est plus marquée chez les enfans de deux à quinze ans; ce qui tient probablement aux ravages de la petite vérole, qui autrefois enlevait les enfans avant qu'ils pussent éprouver les effets de la température. De quinze à soixante ans les variations de la mortalité étaient plus grandes autrefois, tandis que pour les personnes très-âgées, l'étendue des variations est actuellement plus considérable. D'où l'on pourrait conclure que les vieillards sont moins robustes qu'ils ne l'étaient dans le siècle dernier; remarque que font souvent les personnes âgées, qui regrettent ces vieillards vigoureux, si nombreux autrefois et si rares aujourd'hui. Au reste, il ne faut point oublier que toutes ces observations sont de simples déductions de faits, qui, pour être transformées en certitude, auraient besoin d'être appuyées sur des recherches plus nombreuses.

Les faits contenus dans ce mémoire nous montrent

combien est erronée la théorie de ces philosophes qui ont cru pouvoir impunément exposer au froid les enfans nouveau-nés. Déjà fortement ébranlée par les savantes recherches de M. Edwards, cette opinion a été très-victorieusement combattue par les calculs de MM. Villermé, Milne-Edwards et Quetelet. Les recherches que j'ai eu l'honneur de vous soumettre, viennent encore ajouter à la conviction qui doit résulter des travaux précédens, puisque nous avons vu la mortalité des nouveau-nés être notablement augmentée par le froid et diminuée par la chaleur. Ainsi que les auteurs déjà cités, nous devons nous élever avec force contre le danger d'exposer au froid ces êtres fragiles, soit dans le transport et le séjour à l'église pour la cérémonie du baptême, soit sous le prétexte ridicule de les accoutumer aux rigueurs des saisons. Il serait prudent de n'administrer le baptême, pendant la saison froide, qu'après six semaines révolues ; jusqu'alors l'enfant peut être frappé de mort, soit par le transport à l'air, soit par la froideur d'une église.

Une autre conséquence, non moins importante, qui découle des calculs contenus dans ce mémoire, c'est la nécessité de préserver les vieillards des intempéries des saisons. Bien plus encore que les enfans, ils éprouvent l'influence délétère du froid et des variations de la température ; chez les vieillards, le printems et l'hiver doublent le nombre des morts, et il est à supposer qu'un grand nombre d'entr'eux eût échappé au danger, s'ils l'eussent connu. Que les vieillards ne négligent donc point les vêtemens chauds dès l'approche de la saison froide : qu'ils couchent dans une chambre tempérée, et

ne s'exposent point impunément aux intempéries; enfin qu'ils se gardent de quitter trop tôt leurs vêtemens d'hiver; car, ainsi que nous l'avons vu, le printems fait encore un grand nombre de victimes chez les personnes âgées. Puissent nos conseils être entendus, et inspirer une conduite prudente à ces vieillards, dont les jours sont précieux à leur famille et à la société !

N.B. Les dernières lignes de ce mémoire doivent être consacrées à deux de mes amis, M. John Vaucher, ministre du Saint-Évangile, et M. l'avocat Jurine, qui ont bien voulu m'aider dans les calculs longs et fastidieux que mes recherches ont entraînés. Qu'ils reçoivent ici l'expression de ma reconnaissance, puisque sans eux, peut-être, mon travail n'aurait pu être mis au jour.



MINÉRALOGIE.

SUR LES SILICATES EN GÉNÉRAL, ET EN PARTICULIER SUR LES SILICATES NON ALUMINEUX, A BASE DE CHAUX ET DE MAGNÉSIE ; par M. MARCEL DE SERRES.

INTRODUCTION.

Les observations que l'on va lire, ont été rédigées et terminées, avant que M. Necker eût fait paraître ses travaux relatifs à la classification naturelle des minéraux. L'auteur de ces observations s'estime heureux que les principes émis par l'illustre professeur de Genève, soient d'accord avec ceux qu'il a développés dans un mémoire dont le but principal est de démontrer que l'on a beaucoup trop étendu les espèces en minéralogie, et particulièrement celles qui se rapportent aux silicates.

Il faut en convenir, l'espèce inorganique est plus difficile à circonscrire, que l'espèce organique que l'on voit se produire et se perpétuer par une fonction particulière, la génération, que les corps bruts ne peuvent avoir ni partager. C'est donc sur d'autres principes que l'on doit établir l'espèce minérale. Sous ce rapport, le mémoire que nous publions sur les silicates, ne sera peut-être pas sans utilité, puisqu'il fera saisir de quelle manière les espèces minérales varient, soit par une suite de leur mode de formation, soit par la nature des gangues qui les enveloppent, et comment l'on peut parvenir à reconnaître leur type primitif, même lorsqu'il a été considérablement modifié par suite de ces diverses circonstances.

Le but de nos observations et le rapport qu'elles ont avec les travaux de M. Necker, nous ont fait désirer de les voir dans le même journal où M. Necker a publié ses intéressantes recherches. Pour y parvenir, nous les avons réclamées des rédacteurs des Annales des Sciences du midi de la France, à qui elles avaient été adressées, et qui les ont gardées depuis plus de dix mois dans leurs cartons, la publication de leurs Annales ayant éprouvé des retards peu favorables au succès d'une entreprise aussi utile. Nous ne pourrons donc que rendre grâces aux soins des rédacteurs de la *Bibliothèque Universelle*, pour l'empressement qu'ils ont bien voulu mettre à publier un travail qui se lie aux questions les plus élevées de la science des corps bruts.

Ce travail sera bientôt suivi d'autres recherches sur les caractères distinctifs des silicates en général, et sur les moyens de les reconnaître, soit par des essais faciles, soit par leurs propriétés physiques. Nous espérons y démontrer que, si à une époque, on a donné beaucoup trop d'importance aux caractères extérieurs des minéraux, croyant qu'eux seuls pourraient suffire pour la connaissance de ces corps, on les a beaucoup trop négligés dans ces derniers temps, où l'on a voulu ne faire usage que des propriétés chimiques. Sans doute ces propriétés sont plus nécessaires à reconnaître, pour la détermination des corps bruts, où la matière est plus importante que la forme; mais il ne faut pas perdre de vue que la composition essentielle des minéraux n'est pas toujours donnée par l'analyse, et c'est ce qui arrive particulièrement pour les espèces les plus compliquées, comme les silicates, par exemple, dont le type primitif est le plus difficile à démêler.

Il faut en effet, dans une infinité de circonstances, avoir égard aux caractères physiques, pour reconnaître quel est le véritable type d'un silicate, et quels sont, parmi les élémens que l'analyse y a démontrés, ceux qui sont essentiels ou purement accidentels. Il est souvent nécessaire de s'aider de considérations géologiques, pour s'assurer si le mode de formation, ou les gangues dont les silicates étaient entourés, n'ont pas contribué à introduire tel ou tel élément étranger qui en a modifié accidentellement le type.

En un mot, les caractères chimiques seuls ne peuvent suffire pour classer d'une manière naturelle les espèces minérales dont la composition est compliquée; il faut, pour celles-ci, nécessairement s'aider des caractères minéralogiques et même de quelques considérations géologiques, et suivre, à leur égard, les principes qui servent à déterminer et à classer les espèces organiques. Les minéraux ne sont donc pas en dehors des principes qui nous guident en histoire naturelle.

Lorsqu'on étudie les combinaisons naturelles des cinquante-quatre corps simples, il est facile de s'apercevoir qu'il n'y a que celles qui résultent de la combinaison de la silice avec les bases, qui présentent de grandes difficultés pour leur classification. Les silicates forment en effet un ordre à part dans la série des espèces produites d'après le principe de la nature inorganique; aussi paraît-il nécessaire, pour arriver à leur distribution naturelle, de définir d'une manière différente qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, l'ordre de combinaison, qui, parmi les silicates, peut mériter réellement le nom d'*espèce*.

Les silicates composent, à eux seuls, plus de la moitié des véritables espèces minéralogiques. Ce nombre, quelque grande que soit la capacité de saturation que l'on puisse supposer à la silice, nous annonce que, parmi les combinaisons silicatées, il doit y en avoir moins d'absolues et de définies qu'on ne le présume. Il n'est peut-être, dans ces combinaisons à bases diversifiées, qu'un seul composé binaire qui soit essentiel à l'espèce. Les autres le modifient bien dans ses couleurs, dans sa cristallisa-

tion et dans d'autres propriétés ; mais ces modifications ne l'empêchent cependant pas de rester lui. Les silicates multiples, ordre de combinaison le plus variable, produiraient donc les espèces minérales les plus difficiles à bien circonscrire et les moins bien déterminées, d'autant que le gisement exerce une grande influence sur la nature de leurs bases. Ainsi si les trisilicates à base de chaux, que l'on rencontre dans les calcaires dolomitiques, sont presque toujours combinés avec les silicates de magnésie, tandis que ceux que l'on découvre dans les laves, sont au contraire combinés avec des silicates de fer. De semblables modifications arrivent au bisilicate de chaux, qui se charge de silicate de fer ou de silicate de magnésie, suivant la nature et l'origine du terrain où il est disséminé. De même certains silicates de magnésie se sont chargés de silicate de fer, par suite de l'altération et de la fusion qu'ils ont éprouvées conjointement avec les laves. Ces faits, et une foule d'autres que nous pourrions ajouter, nous annoncent l'influence qu'ont exercée sur la composition des silicates, les gangues au milieu desquelles ils ont été formés. Cette influence a été quelquefois assez grande pour rendre des silicates multiples, de simples qu'ils étaient auparavant. Aussi, découvre-t-on la plupart des silicates multiples dans la portion du globe qui a été dans une liquéfaction complète, et où le jeu des affinités chimiques a été le plus varié et le plus étendu.

Pour mieux faire sentir les différences qui existent entre les divers silicates, voyons qu'elle est leur composition la plus générale.

Les silicates sont *alumineux*, ou *non-alumineux*, c'est-à-dire, privés d'alumine, ou en retenant des quantités notables.

PREMIÈRE CLASSE.

SILICATES ALUMINEUX.

Les silicates alumineux sont *simples* ou *multiples* : simples, lorsqu'il n'entre qu'une base dans la combinaison, et multiples, lorsqu'ils offrent plusieurs bases combinées, soit à un même principe acidifiant, soit à des principes acidifians différens.

Enfin les silicates alumineux, soit simples, soit multiples, renferment, ou non, de l'eau ; de là leur distinction en *hydratés* et *anhydres*. On suppose que l'eau y est, tantôt à l'état hygrométrique, et tantôt en combinaison définie.

En nous servant de cette expression, *hydratés*, nous n'entendons rien préjuger sur l'état de l'eau dans les combinaisons où elle se rencontre, mais seulement en constater la présence.

Les silicates alumineux multiples peuvent encore être sous-divisés, suivant qu'ils ont un ou deux principes acidifians.

La première série pourra comprendre les silicates alumineux multiples, chez lesquels la silice, le seul principe acidifiant, sature les diverses bases qui entrent dans la combinaison.

Les silicates de la seconde série nous offriront, outre la silice, principe acidifiant constant et invariable, un autre

principe acidifiant qui remplit les mêmes fonctions et sature quelques-unes des bases qui entrent dans la combinaison multiple.

Les silicates alumineux multiples, à deux principes acidifians, semblent pouvoir être distribués en six sections différentes, d'après le second des principes acidifians. On peut les énumérer dans l'ordre suivant.

1° Les silicates alumineux *phtorifères*.

2° Les silicates alumineux *chlorifères*.

3° Les silicates alumineux *borifères*.

4° Les silicates alumineux *phosphorifères*.

5° Les silicates alumineux *sulfurifères*.

6° Les *silicio-aluminates*.

Les *silicio-aluminates* comprennent des corps bien particuliers, puisqu'ils nous présentent l'alumine faisant la fonction de base dans la première partie du composé qui est un silicate, et faisant d'un autre côté la fonction d'acide, en s'unissant avec diverses bases.

Ainsi, ils nous offrent des silicates alumineux combinés avec des aluminates de bases diverses, ou bien, ce qui est plus rare, des silicates à bases du même ordre d'atomes élémentaires que l'alumine, combinés avec des aluminates.

Du reste ces silicio-aluminates, les corps les plus particuliers des espèces minérales, sont hydratés ou anhydres; cette dernière condition est peu fréquente dans un ordre de combinaisons qui paraît assez borné.

DEUXIÈME CLASSE.

SILICATES NON-ALUMINEUX.

La seconde classe des silicates, comprend les silicates non-alumineux, dans lesquels l'alumine ne joue jamais le rôle de base, ni le rôle de principe acidifiant. Ceux-ci peuvent être divisés en simples et en multiples, comme les silicates alumineux; mais d'après l'examen que nous en avons fait, il paraît que chaque silicate non-alumineux multiple se groupe autour d'un composé binaire, constant, ou du moins le plus invariable dans la combinaison. Ce composé semble caractériser l'espèce au milieu des modifications qu'elle éprouve, et lorsqu'il change, ce qui est rare, la nouvelle base s'y substitue, sans que les atomes élémentaires éprouvent la moindre variation. Aussi distribuerons-nous ces silicates en autant de séries qu'il y a parmi eux de ces composés binaires constans, et ses multiples se rangeront auprès des silicates simples dont ils semblent dépendre et dériver.

Cet ordre de silicates n'a jamais qu'un seul principe acidifiant, quelque grande que puisse être la diversité des bases qui en font partie, à l'exception pourtant d'un seul composé qui constitue une série particulière, les *silicio-titanates*. Le principe acidifiant de ce corps est constamment la silice, à part le sphène où il y en a deux, à moins

que l'on ne suppose que l'eau, celle qui s'y trouve en proportion définie, y joue un rôle analogue. On pourrait l'induire de ce que, dans certains silicates multiples, le premier composé ternaire, qui est un silicate, se trouve anhydre, tandis que dans le second de ces composés, borné à une base oxidée, celui-ci est hydraté; mais cette combinaison est aussi parfois simplement aqueuse, ou retenant seulement de l'eau hygrométrique. Quoiqu'il en soit de l'état où se montre l'eau dans ces combinaisons, les silicates alumineux, sur la composition desquels nous pouvons être à peu près fixés, peuvent être ramenés à dix ou onze types principaux, types que nous désignerons de la manière suivante :

1° Silicates non-alumineux à base de *cerium*.
2° — .... de *cuivre*.
3° — .... de *fer*.
4° — .... de *manganèse*.
5° — .... de *zinc*.
6° — .... de *zircone*.
7° — .... de *thorine*.
8° — .... d'*yttria*.
9° — .... de *magnésie*.
10° — .... de *chaux*.
11° *Silicio-titanates*.

Les *silicio-titanates* constituent une série particulière, composée d'une seule espèce, le sphène, ou titane silicéo-calcaire. Cette série, où il existe deux principes acidifians, est aux silicates non-alumineux ce que les silicio-aluminates sont aux silicates alumineux, c'est-à-dire que,

dans ces deux genres de composés, on observe deux acides différens, dont la silice est le seul constant. Dans le premier de ces composés, l'alumine est l'autre acide, tandis que dans l'ordre qui nous occupe, le titane en fait les fonctions. Ce dernier genre de combinaison est, du reste, des plus restreints, puisque nous ne connaissons que celui qui se rapporte au sphène.

Lorsque ces silicates sont multiples, ils se rattachent à un silicate simple; mais, pour mieux le démontrer, nous en étudierons les deux dernières séries, ou celles à base de magnésie et de chaux.

Les silicates qui se rapportent à ces bases, semblent former deux séries distinctes, déterminées, la première par le silicate de magnésie, constant dans les composés qui en dérivent, comme le silicate de chaux paraît l'être dans la seconde de ces familles.

La première série, caractérisée par la présence constante du silicate de magnésie, doit comprendre les silicates simples ou multiples, connus sous les noms de talc, de cuir de montagne, de stéatite, de magnésie, de marmolite, de serpentine, de picrosmine, de pyrallolite, de pikrolite, et peut-être de diallage, de bronzite et d'anthophyllite; on doit également y réunir le péridot et ses variétés.

La seconde série est destinée aux substances grammiteuses, caractérisées par la présence constante du silicate de chaux, le silicate essentiel des minéraux de cette série et le seul qui n'y varie presque pas. L'edelforse et la wollastonite en font partie, ainsi que l'amphibole blanc, vert, ou noir, et les diverses variétés de pyroxène, quelles que soient leurs couleurs et les noms sous lesquels ils aient été décrits.

A cette même section paraissent appartenir les substances connues sous le nom de humboldtilite, de pyrodmalite, d'hypersthène et de bustamite, substances sur la classification desquelles il s'élève encore beaucoup de doutes.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Silicates non-alumineux, à base de silicate de magnésie.*

SUBSTANCES TALQUEUSES.

I. Silicates de magnésie simples.

1° *Talc.* — Le talc est un trisilicate de magnésie simple, qui diffère des autres silicates de magnésie, en ce qu'aucune substance étrangère, pas même l'eau, ne s'y trouve réunie. Cette espèce paraît donc le type duquel ont dû provenir les autres silicates de magnésie, silicates auxquels s'ajoutent des combinaisons nouvelles, produites par des passages et des substitutions plus ou moins faciles à apprécier. Ces passages paraissent avoir essentiellement dépendu de la nature du terrain dans lequel les silicates ont été formés, et des circonstances diverses qui ont accompagné leur solidification.

Aussi la présence ou l'absence de l'eau dans des corps où elle semble même en proportion définie, ne paraît pas déterminante pour l'établissement de l'espèce minéralogique. Elle peut seulement permettre de constituer

des variétés plus ou moins prononcées, à côté de la substance anhydre qui s'en est imprégnée. Il est difficile de ne pas s'arrêter à cette idée, lorsqu'on voit le sulfate de chaux prendre de l'eau à l'atmosphère et passer à l'état d'hydrate, comme celui qui s'est formé au milieu des terrains de sédiment. L'eau de composition dans une espèce minérale quelconque, ne dépend probablement que des circonstances qui ont présidé à sa formation, circonstances pour la plupart variables et qui nous annoncent de quelle manière les espèces ont pu passer les unes dans les autres, surtout lorsque leur gisement est différent, ainsi que leur mode de formation. La stéatite, dont nous parlerons bientôt, présente, par exemple, une variété nommée *vermiculite*, chez laquelle l'eau tient si peu qu'il suffit de la faire chauffer légèrement, pour l'en faire échapper. Cette variété se divise, par l'action de la chaleur, en une infinité de petits prismes, lesquels s'agitent dans divers sens, comme le pourraient faire des vers. C'est sans doute par suite de cette particularité que cette variété a été nommée vermiculite; et comme tant d'autres substances, elle nous montre que l'eau y tient très-peu, ainsi que cela est si fréquent dans les substances regardées, les premières, comme des sels.

Le talc paraît, relativement aux substances à base de silicate de magnésie, le type d'où sont dérivées les autres modifications que nous allons décrire et qui en diffèrent par la présence de l'eau, ou celle de l'hydrate de magnésie, ou du silicate de fer. L'influence de ce dernier corps a été des plus marquées sur la coloration des minéraux où il se rencontre, ainsi que sur leurs propriétés magné-

tiques. La différence des rapports qui existent entre la silice et la magnésie, vient encore ajouter quelques particularités à celles qui résultent des modifications que nous venons d'indiquer. Il est presque inutile de dire que la substance nommée *cuir de montagne*, ou *liège fossile*, n'est qu'une variété de talc, qui en diffère par sa texture en fibres simples, fines et serrées; c'est toujours un trisilicate de magnésie, sans eau de composition, dont la formule, comme celle du talc, est $\dot{Mg}.\dddot{Si}$.

Enfin lorsque le talc prend de l'eau, on le voit perdre sa texture ordinaire et passer à la stéatite; ces passages s'opèrent, dans la nature, d'une manière insensible; les deux substances se mélangeant en toutes proportions. Dans certains échantillons, il y a en effet un passage évident d'une substance à l'autre, fait qui doit d'autant moins surprendre que le talc et la stéatite se trouvent presque constamment dans les mêmes gisemens.

2° *Talc stéatite.* — La stéatite diffère peu, par ses caractères minéralogiques, du talc; aussi la composition de ces deux corps serait-elle la même, si l'eau ne venait, dans la stéatite, en former un trisilicate de magnésie hydraté.

La composition de la stéatite exprimée par

$$2\dot{Mg}\dddot{Si}+aq,$$

la rapproche également de la magnésite, comme elle l'éloigne de la marmolite. La magnésite est en effet un trisilicate de magnésie hydraté et de la formule

$$\dot{Mg}\dddot{Si}+2aq,$$

qui renferme quatre fois plus d'eau que la stéatite.

La composition de la marmolite, qui s'exprime par

$$\dot{M}g^3 \dddot{S}i + 3\,aq,$$

se rapporte à un simple mono-silicate de magnésie hydraté ; en sorte que la marmolite renferme plus de magnésie que la stéatite, et six fois plus d'eau. Cet excès d'eau et de magnésie sur la stéatite, paraît venir de la brucite, dont les gisemens lui sont communs.

Ainsi, à la stéatite semblent se rapporter les silicates de magnésie hydratés, lesquels auraient deux variétés principales, la magnésite et la marmolite, qui différeraient de leur type supposé, principalement par la quantité d'eau de composition. La marmolite diffère encore des deux autres, par le rapport qu'elle présente entre la silice et la magnésie.

Quant à la marmolite, elle paraît avoir été, dans le principe, un talc dont la silice s'est saturée plus complétement de magnésie, et cela, probablement aux dépens de la brucite, avec laquelle elle se trouve presque constamment. L'eau qu'elle renferme, paraît aussi provenir de la brucite, qui est une magnésie hydratée ou une magnésie avec eau de composition. Si la brucite est une espèce peu répandue, cette circonstance peut tenir à ce qu'elle a servi à fournir de l'eau et de la magnésie à la marmolite et à la serpentine, avec laquelle elle s'est trouvée. Les élémens qui la composaient, ont ainsi servi à la composition et à la formation des deux autres substances.

L'eau dont s'est chargé le talc, pour passer à la stéatite ou à la magnésite, a pu provenir de l'eau en vapeur, qui, lors de la solidification de la croute oxidée du globe,

s'est fait jour à travers les fissures nombreuses qui avaient lieu par le retrait de cette croute, à mesure qu'elle se solidifiait, à peu près de la même manière que les vapeurs sulfureuses ont contribué à la formation du sulfate de chaux.

La pierre ollaire de Chiavenna n'est qu'une marmolite anhydre, qui, par suite de la gangue qui l'entourait, s'est chargée de silicate de fer et de sous-silicate d'alumine. Cette substance, dont la formule est $\dot{M}g^3\,\dddot{S}i$, a acquis une plus grande dureté que celle qu'on voit à la marmolite, dureté qui est sans doute due à l'addition du silicate de fer et du sous-silicate d'alumine, ainsi qu'à la perte de l'eau de composition.

La gangue a exercé une telle influence sur cette pierre ollaire, qu'on la voit passer, par des nuances insensibles, au stéaschiste, roche composée à base de talc. Du reste, le passage des substances talqueuses aux roches composées est des plus fréquens ; il prouve de plus en plus que la différence entre les espèces minérales et les roches composées n'a rien d'absolu, ni de bien réel, du moins pour les silicates multiples. Ce point de fait est surtout évident pour les silicates à base de magnésie, qui, comme les combinaisons fluctuantes, ont rarement pris des formes régulières ou symétriques. Cette absence de cristallisation dans les substances talqueuses, semble indiquer en effet des combinaisons très-variables, ce qui est confirmé par la facilité avec laquelle on les voit passer les unes dans les autres.

Il existe une seconde série de silicates de magnésie multiples ; le type paraît en être la serpentine. Cette

substance, comme toutes celles qui s'y rattachent, résulte de la combinaison d'un silicate de magnésie avec la magnésie hydratée. Ce genre de combinaison semble devoir être séparé des silicates de magnésie multiples, directement hydratés, ou sans eau de composition. A la serpentine se rapporteraient la picrosmine, la pyrallolite, la pikrolite, le diallage, la bronzite de Styrie, et enfin l'anthophyllite, substances qui paraissent des variétés du diallage coloré par le silicate de fer.

II. Silicates de magnésie combinés avec la magnésie hydratée.

Talc serpentine. — La composition de la serpentine peut être exprimée par la formule,

$$2\,\dot{M}g^3\,\dddot{S}i^2 + 3\,\dot{M}g\,aq,$$

formule qui annonce une combinaison de deux atomes d'un bisilicate de magnésie avec de la magnésie hydratée.

Les rapports entre la magnésie et la silice ne sont plus les mêmes dans la serpentine que dans la stéatite. La première nous offre un bisilicate de magnésie, au lieu d'un trisilicate qui caractérise la stéatite, et passe, dans la marmolite, à un monosilicate de la même base.

Si la formule adoptée par M. Berzélius pour la serpentine de Skyltgrufa, était exacte, celle-ci serait, non une serpentine, mais un talc mélangé de magnésie hydratée.

L'analyse qui en a été faite par M. Hisinger, donnant les mêmes rapports que les analyses précédentes, l'on doit en déduire la formule que nous venons d'indiquer.

Dès-lors l'on ne peut guère adopter celle-ci

$$\dot{M}g\,\dddot{S}i + \dot{M}g\,aq,$$

qui exprime une combinaison d'un trisilicate de magnésie avec de la magnésie hydratée.

La picrosmine, dont l'analyse nous a été donnée par M. Magnus, et dont la formule est, $3\,\dot{M}g\,\dddot{S}i + \dot{M}g\,aq.^{2}$, se trouve donc être un trisilicate de magnésie combiné avec un bihydrate de magnésie. D'après sa composition, la picrosmine ne serait qu'un talc chargé de brucite. Mais comme les rapports 2 et 9, entre l'oxigène de l'eau et la silice, ne présentent pas la simplicité que l'on remarque entre les combinaisons de ce genre, cette substance dont nous n'avons qu'une analyse, mérite d'être bien étudiée sous le rapport de sa composition.

La pyrallolite a pour formule, d'après l'analyse de M. Nordenskiold, $\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dot{M}g\,aq.^{2}$, formule qui indique trois fois plus de magnésie hydratée qu'il n'y en a dans la picrosmine. Ainsi elle est plus chargée de brucite que la précédente. M. Berzélius a regardé cette substance comme un bisilicate de magnésie; mais l'analyse que nous venons de citer, ne s'accorde nullement avec cette supposition.

La formule de la picrolite de la mine de Brattfor, d'après l'analyse de M. Stromeyer, est absolument la même que celle de la pyrallolite. Cependant, comme cette substance se trouve dans un dépôt de fer magnétique, elle renferme plus de fer que la pyrallolite. Par suite de cette addition, elle forme le passage au diallage, à la bronzite, à l'anthophyllite, et par conséquent au péridot.

Quant à la pikrolite de Taberg, l'analyse paraît la faire regarder comme un bicarbonate de magnésie et de fer; mais si l'on en retranche l'acide carbonique qui forme le



carbonate de magnésie, les rapports entre les restes conduisent à la formule, $\dot{Mg}\,\dddot{Si} + \dot{Mg}\,aq.$, qui a assez de rapport avec celle de la picrolite de Brattfor, et par suite avec la pyrallolite. Du reste il se peut que, dans la picrolyte de Taberg, il y ait mélange de diverses matières, comme dans les roches composées.

Un grand nombre de substances ont été désignées par les minéralogistes, sous le nom de diallage; les différences entre ces substances, produites évidemment par les gangues qui les renferment, ont pu contribuer à leur faire donner le même nom. Le diallage de la Spezzia, dont la formule est, $4\,\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}^2 + 3\,\dot{Mg}\,aq.$, nous présente une serpentine dont l'hydrate de magnésie est deux fois moindre. La diminution de l'hydrate de magnésie peut tenir à ce qu'il a été remplacé, dans le diallage, par du protoxide de fer et par une très-petite quantité de silicate d'alumine $\dddot{Al}\ 2\ \dddot{Si}$, dû sans doute à la gangue qui pourrait être un feldspath.

Le diallage de Bast au Hartz (*schiller spath*), analysé par Kohler, ne paraît différer de celui de la Spezzia, que par l'ordre de l'hydrate de magnésie, l'analyse donnant pour formule, $4\,(\dot{Mg}^3\,\dot{F}^3\,\dot{Cl}^3)\,\dddot{Si}^2 + 3\,\dot{Mg}\,aq.\,4$.

Le diallage, dont les fractures de clivage présentent un éclat métalloïde d'où il a tiré son nom, a fourni à M. Drapiez une composition qui paraît conduire à la formule,

$$\dot{Mg}\,\dddot{Si} + \dot{Mg}\,aq.$$

Cette variété ne différerait des variétés précédentes que par l'ordre du silicate et les proportions des composés ternaires qui en font partie. Du reste, comme le diallage de la Spezzia, il renferme du silicate d'alumine fourni également par la gangue.

Le silicate d'alumine se trouve à peu près en même proportion dans l'anthophyllite, dont l'éclat est métalloïde bronzé. Cette substance, d'après M. Gmelin, peut donner pour formule, $2\,\dot{M}g^{3}\,\dddot{S}i^{2} + (\dot{F}^{3}\,\dot{C}l^{3})\,\dddot{S}i^{2}$.

L'hydrate de magnésie s'y trouve remplacé, comme on le voit, par le bisilicate de fer, ou quelquefois par le bisilicate de chaux. A cette différence près, sa formule est absolument la même que celle de la serpentine, ce qui nous annonce combien peu on a été fondé à les considérer comme des espèces différentes.

L'éclat de la bronzite de Styrie est le même que celui de l'anthophyllite. Sa formule, d'après l'analyse de Klaproth, serait $12\,\dot{M}g\,\dddot{S}i + \dot{F}^{3}\,\dddot{S}i$, ce qui nous annonce douze atomes de silicate de magnésie, et un atome de monosilicate de fer. C'est donc un talc chargé d'un peu de silicate de fer.

Les silicates de fer et d'alumine, qui se présentent dans les dernières substances dont nous venons de parler, paraissent provenir de ce que ces corps appartiennent à des terrains dont les roches composantes sont des gneiss et des micaschistes. Ces minéraux s'y montrent en effet disséminés, et souvent tellement empâtés qu'il est difficile par fois de les en distinguer. Le gneiss, comme on le sait, est une roche composée de feldspath et de mica, substances qui renferment le silicate d'alumine ainsi que le silicate de fer. Le micaschiste est composé de quartz et de mica.

Enfin, une dernière remarque importante à faire, c'est qu'il en est de l'anthophyllite et du bronzite de Styrie, à l'égard du diallage, comme de la pierre ollaire de Chia-

venna, relativement à la marmolite. Les unes et les autres, en perdant leur eau de composition, se sont chargées d'un autre silicate, et dans ces trois substances, le plus constant a été celui de fer. Si donc, d'après chacune de ces substitutions souvent sans influence pour les propriétés essentielles du corps où elles ont lieu, on voulait donner le nom d'espèces, on pourrait en faire presqu'autant qu'il y a de fragmens dans un rocher.

III. Silicates de magnésie multiples.

Talc péridot.—Le péridot ne paraît être qu'une marmolite dont l'eau a été remplacée par un silicate de fer. Ce silicate lui a été probablement fourni par les gangues ferrugineuses au milieu desquelles la fusion s'est opérée et qui en ont fait disparaître l'eau. Il est difficile de ne point considérer le péridot, comme provenant de substances talqueuses altérées et fondues, lorsqu'on voit les rognons de terre verte et d'olivine terreuse, passer par des nuances insensibles au péridot granuliforme vitreux.

Les volcans éteints du midi de la France offrent de nombreux passages de matières talqueuses au péridot, de même que l'on y observe des passages insensibles des granites chargés de grenats aux basaltes, qui ne sont eux-mêmes que des substances granitoïdes remaniées et fondues par les feux souterrains. La composition du péridot confirme ce rapprochement, qui ne paraîtra singulier qu'à ceux qui n'observent pas les espèces minérales dans les gisemens qu'elles occupent dans la nature. Le péridot est en effet un mélange, en toutes proportions, de silicate

de magnésie et de silicate de fer, dont la formule peut être exprimée par $\dot{M}g^{3}\ \dddot{Si}^{2} + \dot{F}^{3}\ \dddot{Si}$.

Ce corps est au silicate de magnésie, ce que l'amphibole hornblende et le pyroxène augite sont aux silicates de chaux. Les uns et les autres, par suite de leur contact avec des matières chargées de protoxide de fer, semblent s'en être chargés dans l'altération ou la fusion qu'ils ont éprouvée.

Tel est l'ensemble des corps qui ont le silicate de magnésie pour principe constant et essentiel, principe autour duquel oscillent des bases différentes, ou divers composés ternaires, tous plus ou moins variables, et qui n'ont rien de fixe relativement au premier. Il en est peut-être des silicates multiples comme des roches composées, où deux des espèces sont constantes, tandis que la troisième est seule variable, ou bien encore comme dans les roches composées doubles, dans lesquelles la base ne varie pas, tandis que l'autre seule se diversifie. A la vérité dans la plupart des roches composées, les espèces associées sont assez discernables pour être reconnues sans le concours de l'analyse chimique, tandis qu'il n'en est pas de même dans les silicates multiples. La petitesse des parties ne fait point obstacle à ce que ces silicates puissent être considérés comme des réunions d'espèces associées ensemble, et dont les différens composés ne seraient pas plus apercevables qu'ils le sont dans les roches nommées *adèlogènes* à raison de cette particularité.

(*La suite au Cahier prochain.*)



BIOGRAPHIE.

QUELQUES NOTES BIOGRAPHIQUES SUR LE D[r] THOMAS YOUNG.

Pour écrire la vie d'un homme qui a occupé un rang élevé dans la science, il faut joindre beaucoup de savoir aux qualités requises d'un biographe. Un mérite éminent ne peut être apprécié que par ceux qui, dans le même genre, atteignent aux sommités. Il n'en est pas de même des simples notes biographiques. De tels documens peuvent être recueillis par tous ceux qui ont connu des personnages illustres.

Laissant à d'autres la tâche difficile de suivre le Dr. T. Young dans ses travaux, d'analyser ses ouvrages et de tracer la marche de son génie ; je me borne à traduire ou à extraire une courte notice (1), premier et pur hommage d'amitié. Je me sens pressé de répandre ou d'indiquer au moins cet écrit, qui m'a été donné à titre de souvenir (2), et qui ne doit pas échapper aux biographes subséquens.

(1) *Memoir of the life of Thomas Young, M. D. F. R. S. foreign associate of the Royal Institute of France*, etc. London, 1831.

(2) C'est en 1817, que je vis à Londres pour la première fois le Dr. T. Young. Je le trouvai presqu'exclusivement occupé des hiéroglyphes, et en particulier de la pierre de Rosette, exposée alors au

L'auteur anonyme de cette notice a employé des notes de la propre main de Th. Young, avec qui il était lié par une ancienne et intime amitié. Ne s'étant pas livré d'ailleurs à l'étude des sciences exactes, il s'abstient d'entrer dans aucun détail sur tout ce qui suppose à cet égard des connaissances avancées.

Le Dr. Thomas Young, né à Milverton (1), le 13 juin 1773, avait pour mère la sœur d'un médecin de Londres fort estimé, Richard Broklesby. Son aïeul maternel (2), chez qui il vécut dans son enfance, avait cultivé la littérature classique et put lui en inspirer le goût. Ses parens étaient Quakers; les principes de cette secte, qui regarde tous les mouvemens de l'âme comme l'effet d'une influence immédiate de la divinité, servirent peut-être à

Musée britannique. Il s'attachait, à cette époque, au sens idéal des caractères et me faisait remarquer, par exemple, l'oiseau tenant un œuf comme l'équivalent du mot *fils*. Ce signe, si naturel, paraissait lui plaire; j'aurais été porté à croire qu'il avait tout récemment reconnu ce symbole du mot *fils*, et abandonné des explications moins simples. Cependant, dans l'article *Egypt*, au T. IV des Supplémens de l'Encyclopédie britannique, article qui est de lui, d'après la notice qui va suivre, l'idée de l'œuf est à peine mentionnée. — J'ai vu le Dr. Young, pour la dernière fois, à Genève, peu avant sa mort prématurée. Il y donnait, comme médecin, des soins à une personne de sa famille; et comme médecin encore, il y reçut avec empressement, de M. Jaq.-Ant. Peschier, la communication de son remède contre le ténia, qu'il se proposait de faire connaître en Angleterre. P. P. *p*.

(1) Sommersetshire.

(2) Robert Davies.

préparer, dans son enfance, la force de résolution qu'il déploya dans la suite.

Dans la première pension où il fut placé, privé de tout enseignement, il apprit à devenir son propre maître; en quoi il fut secondé par un arpenteur qu'il rencontra chez son père, dont il étudia les instrumens, et qui lui laissa feuilleter un dictionnaire des arts et des sciences. Plus tard (1782), il passa dans l'école d'un intelligent instituteur (1) (dont il parlait toujours avec un sentiment de respect), qui laissait à ses élèves, avec quelque liberté, l'usage d'une bibliothèque choisie. Il fit sous lui l'étude du grec, du latin, des premiers élémens de mathématiques; et même, en dérobant quelques heures au sommeil et en profitant des livres que lui prêtait un de ses camarades d'étude, il apprit assez bien le français et l'italien. Il continuait d'ailleurs, en vacance chez son père, à voir tracer des plans, et prenait plaisir à porter avec lui, dans ses promenades, un quart-de-cercle pour mesurer des hauteurs.

Ces premières études furent suivies de celle de la botanique. Pour observer les plantes il sentit le besoin d'avoir un microscope et tâcha d'en faire un d'après la description de Benjamin Martin. Cette tentative le conduisit à l'étude de l'optique. Mais la construction qu'il avait en vue exigeait l'emploi du tour. Tout céda à ce nouveau besoin. La science fit place à l'art du tourneur et fut comme oubliée, jusqu'au moment où, en s'atta-

(1) M. Thompson, à Compton, Dorsetshire.

chant aux démonstrations de Martin, il en rencontra une qui contenait des signes appartenant au calcul des fluxions (1). Aussitôt il en entreprit l'étude et ne cessa de s'y livrer que quand il l'eut pleinement achevée à l'aide d'une introduction à sa portée.

Une bible en hébreu, que le maître d'école avait laissée près de lui, lui inspira le désir de connaître cette langue; il fit quelques progrès dans cette étude et acquit une connaissance générale des langues orientales. En sortant de l'école, à l'âge de quatorze ans, il se trouvait savoir, plus ou moins bien, le grec, le latin, le français, l'italien, l'hébreu, le persan, l'arabe; et en traçant les caractères de l'écriture propre à chacune de ces langues, il était parvenu à concilier la plus parfaite exactitude à toute l'élégance dont ces caractères sont susceptibles; ce soin se fait remarquer dans les fragmens grecs écrits de sa main, ainsi que dans ses nombreuses copies de documens relatifs à la littérature de l'ancienne Egypte.

En 1787, les amis d'Young commencèrent à s'occuper sérieusement de son avenir, et se demandaient quel état pourrait convenir à un jeune homme qui donnait de si brillantes espérances. Une occasion sembla s'offrir de fixer leurs incertitudes. Le grand-père (2) d'un enfant à peu près du même âge cherchait pour lui un compagnon d'études. Il proposa au jeune Young de demeurer avec lui et de partager les leçons qu'il ne tarderait pas à re-

(1) On sait que ce mot neutonien désigne les calculs supérieurs (différentiel et intégral).

(2) Barklay, d'Youngsbury Hertfordshire.



cevoir d'un habile précepteur. La proposition fut acceptée. Mais, par une suite de circonstances, le précepteur n'arriva pas et les leçons manquèrent complétement; les deux enfans furent réduits à faire eux-mêmes leur éducation. Young, peu au-dessus de quatorze ans, mais ayant une année et demie de plus que son camarade, se chargea provisoirement de remplacer le précepteur; et même après l'association d'un troisième élève, moins jeune qu'eux (1), il continua de remplir l'office qu'il s'était imposé et de donner l'impulsion à leurs communes études, qui déjà passaient la limite des jeunes écoles.

Des symptômes de consomption avaient, dès l'âge de quatorze ans, donné de l'inquiétude aux amis d'Young; mais ces symptômes menaçans cédèrent aux soins de son oncle et du Dr. Dimsdale; il put même, en se conformant à leurs ordonnances, suivre sans interruption ses travaux, en substituant (pour se distraire et reposer son attention) à des études abstraites, la lecture de quelques auteurs grecs.

Pendant les cinq années de 1787 à 1792, passant les étés dans le Hertfordshire et les hivers à Londres, sans autre secours que quelques leçons occasionnelles, il s'était rendu familiers les poètes et les philosophes de l'antiquité. Il prenait en les lisant des notes fort étendues, dans lesquelles il avait bien plus en vue le fond des pensées que les mots. Cette analyse comparative des systèmes de l'ancienne philosophie put servir à le détacher des sectes modernes dont il était entouré.

(1) Qui depuis a publié un écrit sous ce titre : *Calligraphia Græca.*

Il écrivait en latin avec facilité, et faisait, à cette époque, des vers grecs que des connaisseurs jugèrent favorablement. Il cultivait les mathématiques supérieures. La botanique et la zoologie lui servaient de délassement, surtout l'entomologie.

Dans les hivers de 1790 et 1791, à la suite de quelques lectures préparatoires, il suivit les cours de chimie du Dr. Higgins. C'était, au souvenir d'Young, le temps de sa vie où il avait été le plus ardent à répéter les expériences et à en tenter de nouvelles. Elles prennent, disait-il, beaucoup de temps, et une fois le fait suffisamment constaté, ce temps est mieux employé à en chercher des applications et à reconnaître les principes sur lesquels il jette du jour.

C'est alors que son oncle, le Dr. Brocklesby, qui souhaitait de le voir suivre la carrière de la médecine, crut devoir prendre connaissance de ses progrès en tout genre; pour le grec il s'en rapporta à ses amis Burke et Windham, qui dès lors s'attachèrent à Young. Burke en particulier fut si frappé de ses talens et de l'étendue de ses connaissances, surtout dans la langue à laquelle se rapportaient les papiers soumis à son examen, qu'il contribua beaucoup à affermir son oncle dans la résolution de lui faire embrasser une profession littéraire ou scientifique.

C'est aussi dans ce temps sans doute que son caractère prit tout son développement. Jamais on ne le vit se relâcher dans l'exécution de ses entreprises, ou se troubler dans ses vues. Ce qu'il avait résolu, il le faisait. Il avait peu de confiance en cette prétendue aptitude spéciale et individuelle donnée par la nature, à réussir dans

tel ou tel genre de recherche. Sa maxime favorite était que tout ce qu'un homme a fait, un autre homme peut le faire; il croyait que les différences primitives des intelligences humaines étaient beaucoup moindres qu'on ne le suppose, et qu'une attention forte et persévérante peut presque tout ce qu'elle ose entreprendre. A cette époque, dans la confiance du jeune âge et dans le sentiment de sa force, il ne voyait rien de commencé qu'il ne pût se flatter d'achever; il suffisait qu'un but eût de l'intérêt à ses yeux pour qu'il résolût de l'atteindre.

Cette éducation qu'il se donnait à lui-même, au sein d'une famille remarquable par sa constante régularité, n'était pas sans inconvénient. Dans ces travaux solitaires, il n'acquérait pas ces qualités qui naissent des habitudes sociales, la facilité de mettre ses idées en rapport avec celles d'autrui et l'art de les présenter sous une forme propre à en faire sentir le prix.

C'est en 1791 qu'il fit, pour la première fois, usage de la presse, en insérant dans deux journaux (1) quelques articles sur des points de critique grecque, sur des théories chimiques, ou sur des détails de botanique et d'entomologie.

Vers la fin de 1792 il fixa son domicile dans le quartier de Westminster, pour y faire ses études médicales; il suivit les cours de Baillie et de Cruickshank dans l'école huntérienne d'anatomie; comptant en même temps parmi les élèves les plus assidus de l'hôpital de Barthélemi.

En 1793, il fit un court voyage dans l'Angleterre oc-

(1) Au *Monthly Review* et au *Gentleman's Magazine.*

cidentale, principalement en vue d'étudier la minéralogie de Cornouailles; il y fit la connaissance du duc de Richemont (1), ami de son oncle, qui lui offrit une place de secrétaire (2) dans sa maison. Il sentait qu'il pourrait tirer parti de cette place pour son avancement. MM. Burke et Windham auraient préféré qu'il se rendît à Cambridge et qu'il suivît la carrière du droit. Après y avoir mûrement réfléchi, il préféra la science à tout autre objet ou moyen d'activité; et se détermina en faveur de la médecine, comme ayant plus de rapports, que toute autre profession, à ses goûts et à ses habitudes, comme lui offrant d'ailleurs, dans l'affection de son oncle, un appui et une espèce d'introduction naturelle.

Cette même année, il envoya à la Société Royale ses observations sur la vision, et sa théorie sur l'action musculaire du cristallin, qui donna lieu à beaucoup de discussions et à une réclamation de J. Hunter. Peu après, le Dr. Young fut élu membre (3) de cette savante Société, à l'âge de vingt et un ans.

Il alla à Edimbourg dans l'automne de 1794, et y suivit les cours des docteurs Black, Munro et Grégory. Il profita de son séjour à cette université pour cultiver avec son ardeur accoutumée toutes les branches d'études; mais les sciences naturelles devinrent le principal objet de ses recherches.

A cette époque il se sépara de la Société des Quakers;

(1) Alors Maître-Général de l'artillerie.

(2) *Assistant-Secretary.*

(3) *Fellow.*

et au milieu de ses travaux relatifs à la médecine, aux sciences et aux études classiques, il crut devoir s'occuper des arts auxquels, dans l'éducation qu'il avait reçue, il était resté étranger (1). Dans ce genre d'étude, comme en tout autre, une simple occupation acquit bientôt la profondeur d'une recherche scientifique. Il aimait avec passion la musique et en étudia à fond la théorie. Il ne négligeait point les exercices du corps, et ne s'en tint pas à ceux qu'il avait aimés et pratiqués dans sa jeunesse. Ajoutons, au risque d'exciter un sourire, que conformément à ses principes, pour apprendre à danser le menuet, il avait eu soin d'en tracer géométriquement la figure.

Vers la fin de 1795, il alla à l'université de Göttingue, où il prit le grade de docteur. Ses rares talens, et son ardeur à embrasser à la fois toutes les branches si variées de la science, excitèrent l'étonnement de cette laborieuse école. Il vantait la richesse de la bibliothèque universitaire, surtout en chimie; et dans sa dissertation inaugurale *Sur les forces conservatrices du corps humain* (2), il lui échappa bien peu de livres liés de près ou de loin à son sujet.

Dans tout le cours de sa vie, Young sut éviter les folles dissipations de la jeunesse. A Göttingue et à Edimbourg, il trouva dans son adresse à divers exercices un

(1) On sait que les beaux-arts (la musique en particulier) sont exclus de l'éducation des Quakers et de tout emploi dans leurs familles.

(2) *De corporis humani viribus conservatricibus.*



délassement suffisant de ses graves et importans travaux. Il excellait en particulier dans l'art de l'équitation, sous ses diverses formes, et avec quelques tours d'agilité assez remarquables.

Les victoires des Français firent obstacle au voyage en Italie qu'il avait projeté. Il le remplaça par celui de Dresde, où il appprit à connaître les tableaux des écoles d'Italie, et à les comparer à ce qu'il en avait entendu dire aux professeurs allemands. Une courte visite à Berlin termina ce voyage, pendant lequel il avait acquis une pleine connaissance de la langue et de la littérature allemande. Il ne les perdit point de vue; mais il pensait qu'il régnait dans ce pays, un goût de nouveautés combiné bizarrement, et non sans un peu de pédanterie, avec l'habitude de réduire les idées anciennes en système, en donnant de l'importance à des choses qui n'en ont pas par elles-mêmes; ce qui avait pu favoriser chez lui un penchant à donner du prix à des recherches minutieuses, dont l'expérience l'avait plus tard désabusé.

Un nouveau réglement du collége des médecins l'empêcha de pratiquer à Londres comme licencié. Il alla prendre ses degrés d'une manière plus régulière à Cambridge, où, sans suivre les cours, il se lia avec les professeurs les plus distingués.

Le Dr. Broklesby mourut en décembre 1797; une partie de ses biens, ses livres, sa maison, ses tableaux passèrent à son neveu Young. Jouissant dès lors d'une fortune indépendante, entouré de savans amis, il vécut dans le sein d'une société d'hommes distingués et forma avec eux des liaisons qui ne finirent qu'avec sa vie.

Pendant son séjour à Cambridge, il avait donné quelques mémoires à la Société Royale, et traité des sujets plus légers dans divers ouvrages périodiques. Il fit réimprimer ceux qui échappèrent à sa critique, devenue de jour en jour plus sévère.

Dès qu'il eut atteint le terme prescrit par le réglement médical, il vint s'établir à Londres comme médecin (1), et pendant vingt-cinq ans il ne changea plus de domicile. Il accepta peu après la place de professeur de philosophie naturelle à l'Institution Royale, où il fut pendant deux ans collègue de Sir Humphry Davy. Le premier volume des journaux de cette Institution et une partie du second furent en plus grande partie son ouvrage. Il donna à la Société Royale deux dissertations sur la lumière et les couleurs (2); en 1802 il publia un Syllabus de son cours de philosophie naturelle et expérimentale, avec les démonstrations mathématiques des théorêmes les plus importans de mécanique et d'optique; où se trouve la première publication de sa découverte de la loi générale des interférences de la lumière, application d'un principe, envisagé généralement comme l'une des plus grandes découvertes qui aient été faites, depuis Newton, dans cette branche de la science, et qui a donné à l'optique une forme nouvelle.

Dans ses cours à l'Institution Royale, le Dr. Young passait souvent la portée de ses auditeurs qui, pour la plupart, les suivaient alors plutôt comme affaire de mode,

(1) *Welbeck-Street.*

(2) Deux leçons bakériennes, c'est-à-dire de la fondation de Baker.

que comme moyen d'instruction, et par là même ne possédaient point les connaissances préliminaires les plus indispensables. Son style était compacte et laconique; il se plaisait à pénétrer dans les profondeurs de la science et accumulait rapidement tant d'idées, que les élèves les plus instruits auraient eu peine peut-être à en saisir toujours l'ensemble.

Dans l'été de 1802, le Dr. Young accompagna à Rouen, en qualité de médecin, le Duc de Richemont actuel et son frère, lord G. Lennox, avec leur gouverneur M. Vincent. De là il fit une excursion à Paris, et assista pour la première fois aux séances de l'Institut, où Napoléon prenait place. Il y fit la connaissance des membres les plus distingués de cette compagnie savante, à laquelle il fut ensuite associé. Il fut nommé, à son retour, secrétaire de la Société Royale pour la correspondance à l'étranger; office qu'il remplit toute sa vie, long-temps le plus âgé, et toujours l'un des membres les plus actifs, du conseil de cette Société.

En 1804, il épousa miss Elisa Maxwell, qui après une suite d'années de l'union la plus heureuse, lui a survécu pour pleurer sa perte.

A cette époque, il renonça à sa place dans l'Institution Royale, d'après le conseil de ses amis qui croyaient que cet office pouvait nuire à ses succès dans la pratique de la médecine. Il prit donc la résolution de se livrer exclusivement à cette pratique. Mais c'était vouloir l'impossible. Jamais il ne ralentit ses recherches philosophiques et littéraires; toujours prêt à seconder ceux qui s'y livraient comme lui, il cherchait en vain à paraître y re-

noncer; personne, dans la société distinguée qu'il fréquentait, n'ignorait ses succès en ce genre et ne pouvait se persuader que son génie fût borné à la pratique de son art.

En 1807, il publia son Cours de philosophie naturelle en 2 volumes in-4°. C'était le fruit d'un travail soutenu de cinq années; desquelles deux avaient été employées à la première composition, trois à la compléter et à rassembler des citations à l'usage des étudians.

La faillite de son libraire nuisit au débit de l'ouvrage, dont le mérite fut apprécié par les connaisseurs et qui d'abord fut moins répandu en Angleterre que sur le Continent, où un savant du premier ordre disait que, si tous les livres devaient être livrés aux flammes et que l'on n'en pût sauver qu'un seul, c'est au *Cours* d'Young qu'il donnerait la préférence.

Pendant les seize ans qui suivirent son mariage, Young passa les hivers à Londres et les étés à Worthing, ayant été nommé médecin de l'hôpital de St. George. Ce qu'il a publié sur la médecine, atteste l'étendue de ses lumières; mais sa pratique fut toujours bornée. Il répugnait à l'emploi de quelques moyens de l'accroître. Il ne pouvait se résoudre à montrer plus d'assurance qu'il n'en avait lui-même, et redoutait peut-être plus les effets imprévus des remèdes actifs qu'il ne comptait sur leur efficace. Ses écrits relatifs à la médecine portent l'empreinte de ce scepticisme. Son traité de la consomption en particulier est un exemple frappant de son exactitude à recueillir les faits et de sa réserve à les garantir, ou à en tirer des conséquences. Tel est peut-être, en tout genre, le dernier

fruit de la science. Quoiqu'il en soit, sa pratique fut toujours plus respectable qu'étendue.

Il publia plus tard un Syllabus de ses leçons sur les élémens de la médecine, données à l'hôpital de Middlessex, et une Introduction à la littérature médicale, contenant un système de nosologie pratique, fait pour servir de texte à l'enseignement, et plein de citations ou d'indications propres à épargner à ses successeurs de pénibles recherches; ouvrage qui peut-être, comme ses autres cours, était ou trop savant ou trop peu développé, pour le plus grand nombre des élèves. Il y trace, dans un Essai préliminaire, le tableau des devoirs et des qualités du médecin, de qui on peut dire, en un mot, qu'il exige tous les genres de mérite.

Il fournit plusieurs articles littéraires et scientifiques à un journal fort répandu (1). Il voulut souvent, d'après les conseils d'un ami (2), fournir à ce journal des articles de médecine; mais ces articles mêmes devenaient toujours scientifiques. Son extrait du Mithridate d'Adelung (3) est un des plus remarquables, soit par la connaissance des langues qu'il suppose, soit comme étant le premier de ses écrits qui le conduisit à s'occuper de la littérature de l'ancienne Egypte.

En 1814, Sir W. R. Boughton avait rapporté d'Egypte quelques fragmens de papyri, qu'il mit entre les mains du Dr. Young; la pierre de Rosette venait d'être dépo-

(1) *Quarterly Review.*

(2) George Ellis.

(3) Vol. X, octobre 1813.

sée au Musée Britannique, et la Société des Antiquaires avait fait circuler des copies exactes de ses trois inscriptions. Le Dr. Young commença par examiner l'inscription enchoriale (1), puis il passa à celle qui est écrite en caractères sacrés, et en les comparant attentivement, il fut en état de joindre ses remarques interprétatives au mémoire que M. Boughton envoya à la Société des Antiquaires, qui le publia dans le 18e vol. de l'*Archéologie*.

Le Dr. Young sentit qu'il avait trouvé la clef de la littérature de l'ancienne Egypte. Il s'était livré, sans en retirer tout le profit qu'il en avait espéré, à l'étude de la version cophte et thébaïque de l'écriture; mais connaissant la nature et l'origine du caractère enchorial, il publia les résultats de son travail dans le *Musœum criticum* de Cambridge, partie 6, qui parut en 1815. Il résolut alors de poursuivre sa découverte, en s'abstenant toutefois de faire valoir ses titres, de peur de manquer à ce qu'il se devait comme médecin.

Le travail où l'entraînèrent ces recherches, l'exactitude minutieuse avec laquelle il transcrivait les papyri et comparait entr'eux ses matériaux, paraîtraient incroyables à ceux qui n'en ont pas été témoins.

En 1816, il fit imprimer et répandit deux lettres additionnelles sur les découvertes hiéroglyphiques et sur l'inscription de Rosette; la première adressée à l'archiduc Jean d'Autriche, qui venait de visiter l'Angleterre; et l'autre à Akerblad. Ces lettres annonçaient ses progrès dans la découverte des rapports existans entre les caractères

(1) Ou écrite en caractères populaires.

égyptiens et les hiéroglyphes ; base de ses recherches non-interrompues, ainsi que du système poussé ensuite plus loin dans ses détails, par Champollion, dont l'attention s'était long-temps tournée sur les mêmes objets et qui depuis obtint dans cette étude des succès si brillans.

Ces lettres d'Young furent publiées pour la première fois et réimprimées dans le 7e numéro du *Musæum criticum* en 1821 ; et furent sans contredit, avec les précédentes insérées dans le même recueil, la première annonce de la découverte d'une clef pour déchiffrer un caractère qui, pendant une longue suite de siècles, n'avait pu être interprété.

Cette même année, il convint avec M. Vey Napier, de fournir plusieurs articles aux Supplémens de l'Encyclopédie Britannique, qu'il dirigeait. Young réduisit dans l'article *Egypt* tous les résultats de ses découvertes sous une forme abrégée. Il fournit à ces Supplémens soixante-trois articles, scientifiques, biographiques et littéraires; la signature qu'il y mettait était formée de deux lettres consécutives de cet hémistiche, *Fortunam ex aliis*. En adoptant cette devise, peut-être faisait-il allusion à l'accueil fait à ses travaux hors de l'Angleterre, comparé à celui de ses compatriotes. S'il a réellement eu cette pensée, ce n'a pu être que d'une façon passagère, puisque les savans anglais lui ont rendu pleine justice et qu'il a occupé les places les plus éminentes de la science.

Quant à ces nombreux articles insérés dans les Supplémens de l'*Encycopl. Britan.*, sans parler des plus savans, nous citerons, parmi les biographiques, celui de *Porson* comme l'un des plus remarquables.

Au commencement de l'année 1817 le Dr. Young étant allé à Paris voir un malade, fut fort content de l'accueil que lui firent les savans. Il avait déjà fait connaissance à Londres avec MM. Humboldt, Arago, Cuvier, Biot et Gay-Lussac. Il se trouva heureux de renouveler ses liaisons avec ces hommes éminens, et après son retour à Londres, il alla de nouveau à Paris dans l'été de la même année.

En 1818, il fut nommé membre de la commission du gouvernement chargée d'examiner l'état des poids et des mesures dans la Grande-Bretagne; dans cette commission, où il eut pour collègues Sir Joseph Banks, Sir George Clerk, M. D. Gilbert, le Dr. Wollaston et le Cap. Kater, il tint la plume comme secrétraire, et dans trois rapports présentés au Parlement, il fit les calculs scientifiques et dressa le tableau des mesures d'un commun usage. Du reste, tout en reconnaissant les avantages de l'uniformité, il voulait qu'on ménageât les habitudes, et qu'on évitât tout changement qui ne paraîtrait pas indispensable.

Vers la fin de 1818, le Dr. Young fut nommé secrétaire du Bureau des Longitudes, et chargé en cette qualité de surveiller la rédaction de l'Almanach Nautique, sous le nouvel acte du Parlement (1), après avoir été porté dans l'acte comme commissaire avant d'en avoir eu connaissance. Bien que cette place lui imposât un très-grand travail, elle avait pour lui l'avantage de le délivrer du soin d'accroître sa pratique médicale et de le rendre à ses goûts.

(1) *Brought by Mess. Croker and D. Gilbert.*

Il quitta Worthing, et employa l'été à faire un voyage rapide en Italie, qu'il avait eu toujours en vue. Parmi les objets intéressans qu'il observa, les monumens égyptiens fixèrent surtout son attention. Il revint en Angleterre par la Suisse et le Rhin.

Depuis l'année 1820 jusqu'à la fin de sa vie, le Dr. Young fournit un grand nombre de mémoires astronomiques et nautiques au Journal philosophique de Brande, la plupart originaux, les autres traduits et commentés par lui.

En 1821, il publia anonyme, des Eclaircissemens élémentaires sur la Mécanique céleste de Laplace, avec quelques additions relatives au mouvement des ondes et du son, et à la cohésion des fluides. Ce volume et l'article *Marées* (1) dans le Supplément de l'Encyclopédie Britannique, contenaient, à son avis, les plus heureux résultats de ses travaux mathématiques. Tous les savans reconnaissent la profondeur de ses vues; ils se partagent sur quelques-unes de ses hardies conceptions (2).

Le Dr. Young, comme mathématicien, était attaché à l'ancienne école; il croyait que le développement des facultés intellectuelles pourrait être moins favorisé par les méthodes nouvelles.

Young retourna encore à Paris l'année suivante; et publia en 1823 une *Notice de quelques découvertes récentes dans la littérature hiéroglyphique et dans les antiquités*

(1) *Tides*.

(2) Toutes ont été l'objet des plus hauts éloges du Président de la Société Royale, M. Davies Gilbert.

égyptiennes, où il donna son alphabet original, ses traductions ou copies des papyri, et les extensions que cet alphabet avait reçues de M. Champollion. C'est depuis 1804, la première publication, étrangère à sa profession, à laquelle il ait mis son nom et où il ait ouvertement déclaré ses droits à quelques découvertes; ayant, comme il le dit dans sa préface, atteint sa cinquantième année et pris enfin la résolution de secouer les chaînes de sa profession et la servitude de l'étiquette.

Il tenta alors de former une société d'une cinquantaine de souscrivans, pour faire lithographier une collection de planches relatives aux antiquités égyptiennes, propres à seconder l'étude de la littérature hiéroglyphique. Mais au fait, tout ce travail fut à sa charge; et l'ouvrage, donné à la Société Royale de Littérature, fut continué pendant le reste de sa vie, pour être exécuté sous sa surveillance.

En 1824, il fit une excursion à Spa et en Hollande. A son retour, il se chargea de la responsabilité médicale et de la direction mathématique d'une Société d'assurance de la vie, mais en renonçant à toute participation à des spéculations étrangères à ses fonctions; celles-ci le conduisirent à d'utiles et nouvelles recherches. Il donna à la Société Royale une *Formule pour exprimer le décroissement de la vie humaine* (1), et dans le Journal philosophique de Brande, une *Application pratique de la doctrine des hasards*; jouissant d'ailleurs du succès

(1) Dans une lettre insérée dans les *Trans. Phil.* pour 1826.

de la Société à laquelle il prêtait le secours de ses lumières.

Dès l'année précédente il avait quitté sa maison de Londres (1) pour habiter celle qu'il avait fait bâtir dans une situation plus agréable (2), où il passa le reste de sa vie, pleinement satisfait de ce nouveau séjour, et de sa retraite philosophique, au sein des plaisirs de famille et de ceux que lui procurait une société nombreuse d'hommes capables d'apprécier son mérite. Il disait lui-même qu'il avait obtenu les principaux biens qui de tout temps avaient fait l'objet de ses espérances et même de ses désirs. Ces biens étaient, selon lui, une honorable réputation et des acquisitions intellectuelles qui pouvaient la mériter.

En 1827, le Dr. Young fut élu l'un des huit associés étrangers de l'Académie Royale des Sciences de France. Il reçut avec une vive satisfaction ce nouveau titre, non-seulement comme un honneur, mais comme lui promettant une liaison plus intime avec des hommes distingués avec qui il avait déjà contracté des habitudes de correspondance et d'amitié.

Jusque-là il avait joui d'une santé qui (à l'exception des symptômes passagers mentionnés ci-dessus) n'avait éprouvé aucune atteinte, pas même un jour d'interruption sérieuse; personne ne semblait promettre plus de longévité. Mais en 1828, ses forces diminuèrent sensiblement. Il alla à Genève dans le courant de l'été et parut

(1) *Welbeck-Street.*

(2) *Park Square in the Regent's Park.*

souffrir de la fatigue du corps beaucoup plus que ne le comportait son habitude de divers exercices. Ses amis dès-lors ne purent se dissimuler l'accroissement des symptômes de la vieillesse, symptômes d'autant plus frappans qu'ils contrastaient fortement avec l'absence de toute infirmité dans les précédentes années. Pendant les voyages d'Young, on avait dressé et soumis à un comité de la Chambre des Communes un état général des finances du pays. Quelques membres, attachés aux principes d'épargne les plus sévères, avaient attiré l'attention de la Chambre sur la forme et l'utilité du Bureau des Longitudes, en tant que dépendant de l'Amirauté et donnant lieu à une allocation de cent livres sterling par an à quelques professeurs des deux universités, dont la présence était rarement requise. Le comité n'était pas composé de membres fort éclairés sur ce qui touche à la science. Aucun de ceux qui en font leur occupation habituelle ne fut soumis à leur enquête. L'épargne qui résultait de la suppression des seuls encouragemens à la science accordés par le gouvernement sous forme de salaires, ne s'élevait qu'à la modique somme de 500 liv. st. par an; en vain le gouvernement mit en avant divers projets modérés; le comité proposa et obtint un bill par lequel le bureau était aboli, laissant à l'Amirauté la liberté de garder à son service le savant qui était chargé des calculs de l'Almanach Nautique.

Ainsi le Dr. Young continua de remplir son office. Mais cet arrêté vraiment singulier et, à ce qu'il semble, peu réfléchi, aigrit ceux que l'on déplaçait et leurs nombreux amis; la mesure était, suivant eux, anti-libérale

et contraire aux égards dus à des hommes respectables, dont on méconnaissait les services. Bientôt on s'aperçut que l'on ne pouvait se passer des lumières des savans pour d'autres objets que celui auquel on avait pourvu. On nomma trois commissaires pour remplacer à cet égard le Bureau supprimé. Ces commissaires furent le Dr. Young, le Capit. Sabine, et M. Faraday.

Les discussions à ce sujet et les divers rapports que le Dr. Young fut appelé à faire, l'engagèrent dans un travail trop fort pour le faible état de sa santé, et aggravèrent le mal qui avait déjà fait depuis long-temps des progrès inaperçus, et qui augmentait chaque jour sa faiblesse.

Depuis le mois de février 1829 il avait de fréquens accès d'asthme, c'est ainsi du moins qu'il les caractérisait. Il en parlait peu, ne voulant pas inquiéter ses amis; mais il était facile de voir qu'il n'était pas tranquille lui-même sur son état. Sa santé alla de plus en plus en se détériorant. Il éprouva, au commencement d'avril, beaucoup de difficulté à respirer, avec une expectoration habituelle de sang pulmonaire, et tomba dans une grande débilité. Ses médecins, qui étaient aussi ses amis, les Drs. Nevinson et Chambers, jugèrent qu'il y avait quelque grande irrégularité dans l'action du cœur, en même temps que le poumon était sérieusement attaqué.

Sous le poids d'une aussi grave maladie, rien de plus frappant que le calme de son âme et l'expression de ses sentimens affectueux pour ceux qui l'entouraient. Il avait achevé, disait-il, tous les ouvrages qu'il avait entrepris, à l'exception des premiers rudimens d'un dictionnaire

égyptien, qu'il avait presque terminé et qu'il aurait eu fort à cœur d'achever. Son manuscrit était alors dans les mains des lithographes; il continuait, non-seulement à les diriger, mais à travailler à la suite, couché dans son lit, se servant d'un crayon pour écrire, quand il n'avait pas la force de tenir la plume. Et comme un ami lui représentait le danger de se fatiguer ainsi, il lui répondit que ce travail n'était point pour lui une fatigue, mais un véritable amusement; que s'il vivait, ce serait pour lui une vive satisfaction de voir cet ouvrage achevé; que s'il en allait autrement (ce qui lui semblait fort probable, n'ayant jamais vu une maladie faire de plus rapides progrès) ce serait également pour lui une vraie satisfaction de n'avoir pas passé un jour entier dans l'oisiveté.

Le dernier objet qui fixa son attention sur l'avenir avec inquiétude, fut le souvenir des attaques dirigées contre lui par une ou deux personnes, à l'occasion des mesures prises pour la rédaction de l'Almanach Nautique; il souhaitait ardemment que rien ne fût publié qui pût accroître leur irritation; et quand on lui apporta les papiers où il avait réfuté leurs erreurs, il demanda qu'ils fussent détruits.

Au dernier terme de sa maladie, dans le dernier et long entretien qu'eut avec lui l'auteur de cette notice, l'empire qu'il conservait sur lui-même parut d'une manière frappante. Après quelques informations sur ses affaires et quelques instructions sur les papiers relatifs aux hiéroglyphes, il dit que, connaissant très-bien son état, il

avait communié le jour précédent (1), et qu'il attendrait patiemment l'issue de sa maladie, soit qu'elle fût hâtée ou ralentie par un soulagement partiel ; qu'il croyait dans tout le cours de sa vie, avoir donné à ses facultés toute l'activité qu'il pouvait en obtenir ; mais que, dans les huit dernières années, il avait été au-delà et outre-passé la limite qu'il avait cru précédemment devoir se prescrire ; que ses affaires étaient en ordre ; que si sa santé ne s'était point altérée, il avait en vue des recherches qui l'auraient utilement occupé ; mais qu'au moment actuel, quoiqu'il n'eût d'autre mal qu'une pénible oppression et une extrême faiblesse, s'il était appelé à vivre dans cet état et dans l'impossibilité de suivre ses travaux habituels, il se déterminerait difficilement à souhaiter le prolongement d'une telle vie.

Sa maladie continua avec de légères variations, mais la faiblesse allait croissant graduellement d'un jour à l'autre, jusqu'au matin du 10 mai 1829 où il expira sans agonie, à l'âge de 56 ans. Il fut constaté que sa maladie était une ossification de l'aorte, qui doit avoir fait des progrès pendant plusieurs années ; avec toutes les indications d'une vieillesse qui ne pouvait être l'effet de l'âge, ni même de sa constitution naturelle, mais bien plus de son infatigable activité dans le travail de l'intelligence, qui, depuis son enfance, ne cessa point d'exercer son influence. Ses restes mortels furent déposés dans

(1) Dans l'Eglise anglicane on porte la communion au lit des malades.



le caveau de la famille de sa femme, à Farnborough, (Kent).

Il est superflu de rassembler ici les traits honorables du caractère du Dr. Young. On le voit, dès l'enfance, présager des succès et passer ensuite toutes les espérances de ses amis. Le nombre d'objets entre lesquels il partagea son temps et ses forces, est tel qu'un seul aurait pu suffire à d'autres hommes studieux. Exemple à un certain point dangereux à suivre; la concentration des forces sur un seul point est fort généralement conseillée. Il peut être utile de faire connaître ce qu'en pensait Young lui-même. Il croyait que, pour l'utilité générale, il était probablement convenable, que les recherches de quelques savans fussent concentrées dans une enceinte limitée, mais que d'autres parcourussent rapidement un plus vaste champ; que les facultés intellectuelles étaient plus exercées et probablement acquéraient plus de vigueur, en franchissant les rudimens et toutes les difficultés élémentaires d'un grand nombre d'études diverses, qu'en sacrifiant le même temps à un seul objet; que la division du travail, si parfaitement applicable aux produits matériels, ne l'est pas à ceux de l'intelligence; qu'elle aurait même finalement l'effet d'abaisser la dignité de l'homme dans l'échelle des êtres doués de raison. Il croyait impossible de prévoir la capacité de faire des progrès dans chaque science, puisque tant d'importantes découvertes ont été dues à des causes purement accidentelles; en sorte qu'il n'est au pouvoir d'aucun homme de prononcer sur l'avantage comparatif de suivre une étude quelconque plutôt qu'une autre. Et quoi-

qu'il eût difficilement osé proposer sa propre marche comme un modèle, il ne laissait pas de s'applaudir du plan qu'il s'était tracé et qu'il avait constamment suivi.

On a dit d'Young, que les dons de l'imagination étaient les seuls dont il fût privé. Le tour poétique des vers grecs de son enfance pourrait élever, sur ce point, quelques doutes. On dirait avec plus de vérité, qu'il n'a jamais cultivé un talent fait pour répandre des ornemens sur des objets auxquels il ne s'était pas assuré qu'ils fussent réellement attachés. Le Dr. Young était, dans le sens le plus rigoureux, l'homme de la vérité. La vérité, toute la vérité, rien que la vérité; tel était le but auquel il tendait dans toutes ses recherches. Il ne pouvait souffrir, même dans la plus simple conversation, la plus petite exagération, ou même le moindre coloris. Or tout emploi de l'imagination suppose une représentation de ce qui, au vrai, n'existe pas ou dans le même genre ou au même degré. Et le Dr. Young, soit qu'il fût ou ne fût pas doué de cette faculté, s'en interdisait l'usage par principe.

Disons enfin qu'à l'égard des qualités dont le prix surpasse celui des talens et des connaissances acquises, le Dr. Young, dans toutes les relations sociales, s'est toujours montré comme un homme droit, sensible, sans reproche. Ses vertus domestiques étaient au niveau de ses talens. Libre d'envie, toujours prêt à aider ceux qui s'occupaient des mêmes études que lui, et à leur prodiguer sans bornes les secours à sa portée, il a constamment suivi sans ostentation, les règles de la morale la plus pure. Ses opinions, en fait de religion, étaient, comme il le disait lui-même, libérales, bien qu'orthodoxes. Il avait

beaucoup étudié les écrits saints, dont les préceptes avaient été gravés de bonne heure dans son esprit, et sur lesquels il régla constamment sa conduite.

On a vu dans cette notice, l'ordre des travaux de Young et une indication suffisante de leurs principaux résultats; ce qui nous dispense de transcrire celle qui suit sous ce titre : *Catalogue des ouvrages et des essais de feu le Dr. Young trouvé écrit de sa propre main en* 1827.

Ce catalogue de dix pages, grand in-8°, contient 79 articles, indiqués par les titres, qui seuls attestent l'étendue et la variété de ses connaissances.

Après la notice et le catalogue des ouvrages du Dr. Young, on trouve le Rudiment d'un dictionnaire du langage écrit des Égyptiens, dans ce que l'on pourrait appeler le dialecte *enchorial*. Conformément à ce qui est annoncé dans la notice, l'ouvrage est demeuré imparfait à quelques égards, malgré les efforts de l'auteur pour l'achever. Indépendamment du soin qu'il a pris d'en finir les articles et de les distribuer convenablement, il a développé ses vues sur ce sujet dans un *Avertissement* que nous avons cru devoir traduire en entier, mais qui, se rapportant à quelques objets littéraires, a dû être placé dans la section de ce recueil intitulée *Littérature* (1). Il ne nous

(1) Cet article paraîtra dans le Cahier prochain.

reste plus qu'à rendre un compte sommaire des objets qui, dans ces fragmens, se rapportent directement aux sciences et en particulier aux sciences exactes.

Le premier est essentiellement astronomique (1), et contient une suite d'applications chronologiques; l'époque de divers évènemens mentionnés par Ptolémée, y est déterminée avec une précision qui en met la date, pour me servir de l'expression de l'auteur, au-dessus de toutes les attaques du scepticisme. Cette partie de l'ouvrage est achevée; elle est annoncée comme la réimpression d'un mémoire plus ancien, auquel nous ignorons si l'auteur a fait quelques changemens, mais qui, tel qu'il est, offrira aux astronomes un grand nombre de dates savamment discutées, de plusieurs phénomènes célestes anciennement observés, et aux chronologistes une table des évènemens qui s'y rapportent (2).

L'auteur, dans le plan de son dictionnaire, séparait du reste des mots ceux qui appartiennent aux mois et ceux qui représentent des nombres. Pour nous conformer à ses vues, nous avons cherché ce qu'il dit des mois, et nous avons vu d'abord qu'il rapporte aux mois égyp-

(1) *Astronomical and nautical collections.*

(2) « Les dates sont principalement rapportées aux instans précis « des équinoxes ou des solstices vrais, d'après une méthode suggérée « par le temps équinoxial moyen de M. Herschel, qui dispense de « toute détermination (*régulation*) artificielle de la longueur de l'an- « née. » — Remarque textuellement traduite de l'*Avertissement* rédigé par Young, pour servir d'introduction à ses *Rudimens d'un dictionnaire égyptien.*

tiens toutes ses remarques astronomiques, en employant occasionnellement ceux des autres peuples de l'antiquité dont les souvenirs peuvent éclairer ses recherches. On trouve ensuite, pour chaque mois, sous sa dénomination, des rapprochemens montrant l'emploi qu'on en fait dans le langage écrit; ces articles sont insérés dans le dictionnaire général.

Sur cet objet, nous n'offrirons qu'une simple remarque météorologique, que fait naître, à la première vue, le tableau des mois de l'année égyptienne (1).

Les douze mois de l'année, tous égaux, y sont évidemment divisés en trois saisons, chacune de quatre mois. Pour rendre cette division sensible, nous transcrirons ici les parties essentielles des hiéroglyphes qui l'indiquent (2), en nous bornant au premier et au quatrième mois de chacune des saisons, omettant les deuxièmes et les troisièmes qui seront facilement suppléés. L'esquisse ci-jointe (*voyez à la fin du Cahier*) suffit pour voir dans le cercle supérieur l'hiéroglyphe du mot *mois*, dans les traits inférieurs celui de la *saison*, et dans les petits cercles intermédiaires le *quantième* de la saison est le mois correspondant.

Les Égyptiens, qui, comme on sait, se piquaient de surpasser en antiquité les autres peuples, ne pouvaient

(1) Ce tableau se trouve à la page 5; l'auteur indique d'où il l'a tiré, par cette citation : *Champollion*, *in Kosegarten*, Pl. D, E, F, voyez E, p. 38.

(2) Dans le dialecte sacré, qui était le plus rapproché des hiéroglyphes distincts primitifs.

manquer de rapporter à leur climat et à leur sol la division des saisons, et il était assez naturel qu'ils n'en comptassent, dans l'origine, que trois; la saison des *récoltes*, pendant laquelle le Nil allait toujours croissant, celle de l'*inondation*, pendant laquelle la basse Égypte établissait ses communications à l'aide de quelques chaussées et d'une multitude de petits bateaux; enfin la saison de la *retraite des eaux*, pendant laquelle les terres étaient ensemencées. Les symboles hiéroglyphiques ne semblent pas étrangers à ces occupations et à ces habitudes successives.

Vient enfin, dans l'ordre de la tractation qui nous occupe, ce qui concerne les nombres, c'est-à-dire à la vérité les signes des nombres ou leur notation. Ce sujet sortirait de notre enceinte, si nous ne trouvions dans l'*Avertissement* de l'auteur, un rapprochement qui provoque quelques souvenirs. Cet avertissement commence par établir une comparaison entre l'Égypte et la Chine; en effet l'un et l'autre peuple a eu ses hiéroglyphes, variés dans la suite des temps d'une manière assez analogue. Or on trouve, dans le savant recueil des *Mines de l'Orient*, un mémoire du Dr. Hager, qui rapporte aux Chinois l'origine des chiffres nommés communément chiffres arabes (1). Les Chinois ont-ils imité les Égyptiens, ou les deux nations ont-elles suivi une marche indépendante? — En comparant les chiffres de

(1) *Memorie sulle cifre*, etc. — J'en donnai, dans le temps, la traduction ou l'extrait dans la *Bibliothèque Britannique*, T. L, 1812, avec une planche commode pour établir des comparaisons. P. P. *p*.



l'un à ceux de l'autre peuple on y découvre quelques ressemblances, mais trop peu constantes pour en tirer avec confiance aucune conséquence (1).

(1) L'unité, chez les deux peuples, a pour signe un simple trait, comme dans nos écritures occidentales; le trait étant dirigé dans le sens opposé à celui des lignes, et par conséquent horizontal dans l'écriture chinoise, dont les lignes sont verticales. La même ressemblance subsiste dans les chiffres 2, 3 et 4, pourvu que l'on s'aide, dans l'égyptien, de deux dialectes voisins; ce sont des lignes parallèles à celle qui représente l'unité, en nombre double, triple et quadruple. Nous ne pousserons pas plus loin cette comparaison, dont les termes s'éloignent à mesure que l'on avance, laissant toutefois apercevoir bien des rapports. Nous rappellerons seulement, à cette occasion, le résultat du mémoire de Hager, tel que je le récapitulais en note (page 38 du volume cité). « De nos dix chiffres, il y en a cinq qui, » selon cet auteur, « sont d'origine chinoise et ont conservé leur place, savoir, 0, 1, 2, 3, 4; deux autres encore de même origine, mais qui ont changé de place, le 7 et le 8; trois d'origine étrangère à la Chine, savoir, 5, 6, 9. A quoi il faut ajouter qu'en remontant à l'époque de l'introduction des chiffres en Europe, on trouve le 9 chinois quelquefois employé. » Des rapports analogues pourraient être aperçus dans les chiffres égyptiens.

P. P. *p*.



PHYSIQUE.

ESQUISSE HISTORIQUE DES PRINCIPALES DÉCOUVERTES FAITES DANS L'ÉLECTRICITÉ DEPUIS QUELQUES ANNÉES; par le Prof. A. De La Rive.

(*Troisième article. Voyez p.* 404 *du volume précédent.*)

---

§ II. *Exposé des travaux sur l'électricité en général, qui suivirent la découverte d'OErsted.*

Nous avons vu que les recherches sur l'électricité qui suivirent la découverte d'OErsted, peuvent être classées sous deux chefs distincts. Les unes, ayant pour objet la nouvelle propriété qu'OErsted avait découverte dans l'électrité, et les rapports qui en résultent entre cet agent et le magnétisme, constituent ce que l'on a appelé l'électro-dynamique; elles ont fait l'objet du premier paragraphe de la seconde partie de cette esquisse. Les autres, qui embrassent tous les phénomènes que présente en général l'électricité, et qui ont trait plus particulièrement aux différentes manières de développer cet agent, aux diverses modifications dont il est susceptible et aux effets qu'il peut produire sur les corps, doivent faire l'objet du second paragraphe. Sans doute cette seconde classe de recherches ne date pas en entier, comme la première, de 1820; l'exposé rapide que nous avons tracé dans notre première partie, des progrès que l'électricité avait faits jus-

qu'à l'époque dont il s'agit, a suffi pour montrer de combien de grandes découvertes dans ce genre elle s'était déjà enrichie. Mais ce que l'on peut affirmer, c'est qu'à partir de 1820, grâce à l'élan qu'imprima aux physiciens l'expérience nouvelle d'Œrsted et aux nouveaux instrumens qu'elle mit entre leurs mains, le nombre de ces découvertes s'accrut considérablement, et surtout une plus grande précision fut apportée dans leur examen et dans l'étude des causes qui leur donnent naissance.

Avant d'entamer l'exposition détaillée de ces nouveaux travaux, cherchons à montrer rapidement comment ils purent être facilités par la découverte de l'action qu'un courant électrique exerce sur l'aiguille aimantée, découverte sans laquelle plusieurs d'entr'eux n'auraient pas même pu être faits.

On ne peut étudier l'électricité, sous le rapport des circonstances qui déterminent ou qui influencent, soit son développement, soit son mode d'action sur les corps, soit en général ses diverses propriétés, qu'au moyen d'instrumens capables d'accuser sa présence et de donner une mesure plus ou moins exacte de son intensité. Ces instrumens eux-mêmes ne peuvent être basés que sur les effets que l'électricité produit sur les corps, comme le thermomètre est fondé sur les changemens de volume que déterminent les variations de température. Mais parmi les effets auxquels l'électricité donne naissance, quels sont ceux qui peuvent servir à l'accuser avec le plus de sensibilité et à la mesurer avec le plus d'exactitude, de manière à donner, autant que possible, des indications proportionnelles à son intensité?

S'agit-il de l'électricité de tension, de celle qui se manifeste à cet état de repos dans lequel les deux principes dont elle est formée sont séparés et isolés l'un de l'autre? On a, dans le phénomène des répulsions qu'exercent l'un sur l'autre deux corps chargés du même principe électrique, un moyen de reconnaître sa présence, qu'on est parvenu à rendre extrêmement sensible. En suspendant dans un vase de verre, très-près l'un de l'autre, deux corps légers, tels que deux petites boules de sureau, deux brins de paille, et encore mieux deux feuilles d'or battu excessivement minces, on obtient des électroscopes capables, quand on y ajoute un condensateur, de donner perception des plus faibles traces d'électricité. Dès les premières recherches qu'on entreprit sur les phénomènes électriques, l'électroscope fut un instrument connu des physiciens, et depuis Volta qui imagina d'augmenter sa sensibilité au moyen du condensateur, on ne l'a guère perfectionné. Seulement Coulomb, en lui donnant une autre forme qui est connue sous le nom de balance électrique, l'a rendu susceptible de fournir des indications plus comparables entr'elles et de devenir ainsi un instrument de précision. Plus tard Bohnenberg (1), en suspendant entre les deux pôles opposés de deux piles sèches une seule feuille mince d'or battu, qui, pour peu qu'elle soit électrisée, se porte vers l'un ou vers l'autre de ces deux pôles, suivant la nature de l'électricité dont elle est chargée, en a fait un instrument encore plus sen-

(1) *Bibl. Univ.* T. XV, p. 163; et *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XVI, p. 91.



sible et surtout plus commode, puisque le même effet indique à la fois et la présence de l'un des principes électriques et sa nature.

L'électricité ne se manifeste pas toujours à l'état de tension ; elle se présente aussi très-souvent à l'état de mouvement, à cet état que nous avons appelé *courant* ; il est même plusieurs cas dans lesquels on ne peut l'obtenir que sous cette forme. Il est donc important d'avoir des instrumens qui puissent nous faire percevoir l'électricité dynamique, comme nous venons de voir qu'on en avait qui accusent la présence de l'électricité de tension.

Avant 1820, on ne connaissait que trois classes d'effets auxquels l'électricité dynamique, soit le courant électrique, pût donner naissance, et dans lesquels on pût par conséquent trouver un moyen de le reconnaître et de mesurer son intensité. Ces trois classes d'effets étaient les effets physiologiques, les effets chimiques et les effets calorifiques. On avait tenté avec succès de construire des *galvanomètres*, (c'est ainsi qu'on a nommé les instrumens destinés à percevoir l'électricité à l'état de courant, pour les distinguer des *électromètres* destinés à la percevoir à l'état de tension), en se servant de l'action chimique ou calorifique que le courant exerce sur certaines substances, quand il les traverse ; en mesurant, par exemple, la quantité de gaz que développe, dans un temps donné, un courant que l'on fait passer au travers de l'eau et qui la décompose dans son trajet, ou en déterminant avec soin les élévations de température qu'éprouve un fil de platine, lorsqu'on le fait traverser par ce

courant. Cependant, comme il faut toujours un certain degré d'intensité dans l'électricité en mouvement, pour qu'elle puisse être capable de produire des effets chimiques ou calorifiques, les galvanomètres qui étaient fondés sur ces deux classes d'effets, ne pouvaient être des instrumens bien délicats.

Restaient les effets physiologiques; c'est dans leur emploi que l'on avait trouvé avant 1820, le moyen le plus sensible de reconnaître la présence d'un courant électrique. Une grenouille fraîchement préparée, mise sur la route du courant présumé, d'un côté par ses nerfs, de l'autre par ses muscles, est susceptible, par la secousse qu'elle éprouve, d'indiquer la présence du courant même le plus faible; on se rappelle que c'est en faisant usage de ce procédé, que Galvani découvrit le courant auquel donne naissance un arc métallique hétérogène. Mais la promptitude avec laquelle la grenouille perd sa propriété, l'ennui et le dégoût qu'on éprouve à en préparer de nouvelles pour chaque expérience, l'impossibilité enfin de fonder sur ce genre d'effet un véritable instrument et surtout un instrument comparable, avaient bien vite fait renoncer à ce moyen, du moins dans le plus grand nombre des cas.

C'est finalement dans l'action que le courant électrique exerce sur l'aiguille aimantée, que l'on a trouvé le galvanomètre le plus parfait, sous tous les rapports également. Schweigger, en 1821 (1), imagina le premier une combinaison au moyen de laquelle on est parvenu à en faire

(1) *Bibl. Univ.* T. XVI, p. 197.

l'instrument peut-être le plus sensible que possède la physique. Voyant qu'un conducteur, tel qu'un fil métallique qui sert de passage au courant, exerce une action sur l'aiguille aimantée dans tous ses points également, il eut l'idée de le faire revenir plusieurs fois autour de cette aiguille, de manière à multiplier ainsi ses points d'action sur elle. Dans ce but, il enroula autour d'un cadre en bois un fil de métal, après avoir pris la précaution de le recouvrir de soie, afin d'éviter tout contact métallique entre ses différens tours; mettant ses deux extrémités en communication avec les deux pôles d'une pile voltaïque, il obligea ainsi le courant produit par cette pile à faire le tour de toutes les circonvolutions du fil. Il suffisait alors du plus foible courant pour produire une déviation considérable sur une aiguille aimantée suspendue au milieu du cadre que je suppose placé verticalement et dans la direction du sud au nord. En effet, l'action totale exercée sur l'aiguille était égale à autant de fois celle qu'aurait exercée un seul tour du fil conducteur, qu'il y avait de tours; ensorte que, si cette dernière n'était pas assez forte pour être sensible, elle pouvait le devenir, et même d'une manière très-prononcée, en étant ainsi multipliée. Aussi l'instrument imaginé par Schweigger fut-il nommé *galvanomètre multiplicateur* Ajoutons cependant que, quoiqu'on puisse augmenter beaucoup sa sensibilité, en multipliant le nombre des circonvolutions du fil et en les poussant, comme on l'a fait, jusqu'à mille et au-delà, il ne faut pas croire qu'il n'y ait aucune limite à cet accroissement; si d'une part on augmente ainsi la somme totale des actions que le courant exerce sur l'aiguille, d'autre part on affaiblit

ce courant, en le forçant de traverser un trop long conducteur, en sorte qu'il arrive un moment où l'on perd plus de force par l'augmentation de longueur du conducteur, qu'on n'en gagne par une augmentation dans le nombre des tours. C'est la limite qu'on ne doit pas dépasser; l'expérience seule peut indiquer où elle se trouve; et comme elle n'est point la même pour tous les courans et qu'elle dépend pour chacun et de son intensité absolue et de la source dont il émane, il est très-difficile de l'assigner exactement. Il faut seulement, suivant la nature des courans qu'on veut percevoir, avoir soin de se servir de galvanomètres multiplicateurs formés par un plus ou moins grand nombre de tours; nous aurons plusieurs fois l'occasion de montrer l'application qu'on a faite de cette remarque.

L'instrument dont Schweigger avait eu la première idée, reçut successivement de la part de quelques physiciens et notamment de MM. Becquerel et Nobili, plusieurs perfectionnemens dans le détail desquels il nous est impossible d'entrer. Nous nous bornerons à remarquer que le principal fut de substituer à la seule aiguille aimantée placée au milieu du cadre, deux aiguilles implantées dans le même axe vertical, l'une au-dessus de l'autre, ayant leurs pôles tournés dans un sens différent, et placées l'une dans le cadre et l'autre au-dessus. Cette disposition, en rendant le système des deux aiguilles *astatique*, c'est-à-dire presqu'insensible à l'action directrice de la terre, permet au contraire à un courant de produire un effet d'autant plus grand que sa double action sur chacune des aiguilles n'est contrebalancée par aucune force extérieure et qu'elle

s'ajoute, au lieu de se détruire comme cela aurait eu lieu si ces aiguilles n'eussent pas été tournées dans des directions différentes.

Ce qui a donné au galvanomètre multiplicateur une immense supériorité sur les autres, ce n'est pas seulement sa plus grande sensibilité, mais c'est aussi la facilité avec laquelle il fait connaître immédiatement le sens du courant par le sens de la déviation des aiguilles, et son intensité, par la grandeur de cette déviation. En un mot, c'est un instrument, tandis que tous les autres sont des appareils plus ou moins compliqués, plus ou moins inexacts et lents dans leurs indications. Il est vrai que, sous le rapport de la sensibilité, M. Nobili a démontré, dans un mémoire publié en 1828(1), qu'une grenouille fraîchement préparée est tout au moins égale au galvanomètre multiplicateur le plus parfait, si même elle ne l'emporte pas sur lui dans quelques cas. Mais il est tant d'autres avantages qui assurent la supériorité au multiplicateur, que les observations de M. Nobili peuvent être regardées comme plus intéressantes sous le point de vue scientifique que sous le rapport pratique.

Malgré tous les avantages que présente le galvanomètre multiplicateur, il ne faut pas croire que l'on ait renoncé entièrement à tous les autres. Il est, comme nous le verrons, plusieurs cas où l'on a tiré d'utiles indications de l'emploi simultané de plusieurs galvanomètres, car il arrive souvent, dans l'étude des phénomènes électriques, que les mêmes circonstances qui peuvent modifier l'une des classes d'effets que l'électricité est capable

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, p. 10.

de produire, ne modifient pas, ou du moins ne modifient pas de la même manière, les autres. On a continué aussi à se servir avec avantage de l'électroscope condensateur; car, quoique dans la plupart des cas l'électricité puisse à volonté se présenter sous forme de tension ou de courant, de même qu'il en est où elle ne se manifeste que sous forme de courant, il en est aussi beaucoup où l'on ne peut la percevoir qu'à l'état de tension.

Cependant, il faut le dire, si l'emploi des diverses espèces de galvanomètres et d'électroscopes a facilité l'étude nouvelle qu'on a faite depuis 1820 des phénomènes électriques, c'est au galvanomètre multiplicateur que l'on doit d'avoir pu aborder de nouveau cette étude et l'enrichir encore, après tant de découvertes brillantes, d'une foule de faits qui sans lui seraient demeurés probablement toujours ignorés. C'est ainsi qu'il a donné naissance aux recherches qu'on a faites, soit sur les sources de l'électricité, en permettant d'en découvrir de nouvelles inconnues auparavant, et de mieux étudier celles qui étaient déjà connues, soit sur les phénomènes que présente le courant électrique dans son passage au travers des corps, phénomènes dont quelques-uns étaient encore ignorés et qui pour la plupart n'avaient pu être bien étudiés, ni dans leurs causes, ni dans les circonstances qui exercent une influence sur eux.

Les deux points de vue que nous venons d'indiquer, nous fournissent une division naturelle, au moyen de laquelle nous pourrons utilement classer les recherches dont il nous reste à rendre compte. Qu'il nous soit permis, avant de commencer cette revue, d'exprimer d'avance

les regrets que nous éprouvons, de ne pouvoir, vu leur multiplicité, donner une notice bien détaillée de tous les travaux qui ont été entrepris sur ce sujet. Nous chercherons à n'en omettre aucun, du moins parmi ceux qui ont quelqu'importance, et nous aurons soin, au moyen de renvois mis en note, de faciliter à tous ceux qui seraient désireux d'en prendre une plus ample connaissance, les moyens de le faire.

a) Recherches relatives aux sources de l'électricité.

En 1820, époque de la découverte d'Œrsted, on savait que l'électricité peut être produite par le frottement et par le contact. On n'ignorait pas que la chaleur et la pression peuvent déterminer un développement d'électricité dans quelques cas très-particuliers et notamment dans certaines substances cristallines. On soupçonnait, surtout depuis la découverte de la pile, que les actions chimiques peuvent donner naissance à des courans électriques, ou du moins contribuer à leur production. Enfin on connaissait l'électricité atmosphérique et l'électricité animale. Mais on n'avait, sur la plupart des points que nous venons d'indiquer, que des notions vagues et surtout très-incomplètes.

Ce n'est que depuis dix ans environ que les sources de l'électricité sont devenues l'objet d'une étude approfondie et raisonnée. L'influence sur la production de l'électricité, de la température, des actions mécaniques et des actions chimiques, a été, non-seulement constatée et découverte dans plusieurs cas où jusqu'alors on ne l'avait point reconnue, mais de plus étudiée dans ses détails et

dans les lois auxquelles elle est soumise. Il en est résulté aussi quelques progrès dans les notions relatives aux causes de l'électricité naturelle. Nous allons essayer de donner successivement une idée des recherches auxquelles un grand nombre de physiciens se sont livrés, presque simultanément, sur ces différens points.

1° *Influence de la température sur la production de l'électricité.*

L'influence de la température sur la production de l'électricité fut un des premiers sujets de recherches auxquelles permit de se livrer la découverte de l'action qu'exerce un courant électrique sur l'aiguille aimantée. C'est un physicien prussien, M. Seebeck, qui trouva que l'on pouvait déterminer un courant électrique dans un circuit tout métallique, uniquement en chauffant inégalement ses différentes parties. Les expériences nombreuses que fit le savant que nous venons de nommer, furent successivement communiquées par leur auteur à l'Académie des Sciences de Berlin, dans les années 1821 et 1822, et réunies dans un mémoire imprimé dans le Recueil de ceux de cette Académie ; on en trouve un extrait dans la *Bibliothèque Universelle* (1).

La première série des recherches de M. Seebeck fut faite au moyen de circuits de forme quelconque, composés de deux pièces métalliques soudées bout à bout et en contact seulement à leurs extrémités ; c'était par exemple un barreau d'antimoine ou de bismuth, aux deux extrémités

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXIV, p. 119.

duquel était fixée, par ses deux bouts, une lame de cuivre recourbée en forme de rectangle ou de demi-cercle au-dessus de ce barreau. En exposant à une température différente chacun des deux points de contact, M. S. parvint à déterminer dans le circuit un courant électrique, dont l'intensité était d'autant plus prononcée que l'inégalité de température était plus forte. La présence de ce courant était accusée par la déviation qu'éprouvait une aiguille aimantée placée, soit entre les deux métaux au milieu de l'arc qu'ils formaient, soit en dehors de cet arc au-dessus ou au dessous de chacune des parties dont il était composé. Le sens de la déviation, et par conséquent celui du courant dépendaient, pour une même position de l'aiguille par rapport au circuit métallique, et de la situation de celui des points de contact dont la température était la plus élevée, et de la nature relative des deux métaux dont le circuit était formé. Il était ainsi facile de savoir, dans chaque combinaison, quel était celui des métaux qui était positif, et par conséquent celui qui était négatif. Les résultats obtenus à cet égard démontrèrent bientôt que l'état électrique dans lequel ces métaux se constituaient les uns relativement aux autres, par l'effet d'une différence de température, n'avait aucun rapport avec celui qu'ils affectent par l'effet de leur simple contact; l'ordre suivant lequel ils se succédoient, était tout différent dans le premier cas de ce qu'il était dans le second.

La seconde série des recherches de M. S. eut pour objet la production des courans électriques qui résultent, dans de grosses masses métalliques homogènes de formes diverses, de l'application de la chaleur en certains points

de leurs surfaces. De là l'auteur fut conduit à l'explication des courans électriques du globe terrestre, sujet sur lequel il s'étendit beaucoup.

En 1823 le chevalier de Yelin, de Munich, publia dans un mémoire intitulé du *Thermo-magnétisme*(1), un grand nombre d'expériences sur la propriété que possèdent les métaux, de donner naissance à des courans électriques, par l'effet d'une température inégale appliquée à différens points de leur surface. Il étudia, non-seulement l'effet des diverses combinaisons métalliques, mais aussi et plus particulièrement, l'influence de la nature et de la forme des métaux homogènes, sur l'intensité et la direction des courans électriques. C'est ainsi qu'il s'assura, par exemple, qu'un barreau prismatique de zinc, de bismuth, ou d'antimoine, etc., peut, en étant chauffé à l'une de ses extrémités seulement, imprimer à une aiguille aimantée, placée très-près de lui, une déviation dont le sens et la grandeur dépendent, non-seulement de la nature du métal et de l'intensité de la chaleur à laquelle on l'expose, mais aussi de la forme qu'on a donnée au barreau, et de la position de l'aiguille par rapport à ses différens points. C'est aussi au commencement de 1823 qu'un savant Hollandais, M. le général Van-Zuylen-van-Nyevelt, entreprit une suite d'expériences intéressantes sur les courans électriques auxquels peuvent donner naissance, par l'effet de la chaleur, des assemblages de deux métaux hétérogènes, lorsqu'ils sont mis en contact, tantôt en quel-

(1) *Bibl. Univ.* T. XXIV, p. 253.

ques points seulement, tantôt dans toute leur étendue (1).

Trois physiciens anglais se livrèrent successivement, à peu près à la même époque, à des recherches du même genre. MM. Marsh et Cumming, en 1823 (2), montrèrent que l'on peut, avec les courans qui naissent de l'action de la chaleur, produire les mêmes effets de rotation autour d'un aimant, que M. Faraday avait obtenus avec les courans de la pile voltaïque. M. Traill exposa, dans un mémoire lu à la Société Royale d'Edimbourg, en février 1824 (3), une longue suite de recherches ayant pour objet l'étude des propriétés thermo-magnétiques des diverses combinaisons métalliques et l'explication des phénomènes magnétiques que présente le globe terrestre, par l'effet des différences de température qui existent entre les pôles et les régions équatoriales.

Nous ne nous arrêterons pas sur ces divers travaux qui, à peu près simultanés, diffèrent très-peu les uns des autres; nous citerons encore à cette occasion, pour ne pas y revenir, des recherches sur le thermo-magnétisme des corps homogènes, qui, faites en 1831 par M. Sturgeon (4), ont beaucoup d'analogie avec celles du même genre, mais antérieures de près de huit ans, de MM. Seebeck et de Yelin. Cependant au milieu des résultats dont l'identité avec ceux qui avaient été déjà obtenus, provient, ainsi qu'il est facile de le voir, uniquement de l'ignorance

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXIII, p. 259.
(2) *Ibid.* T. XXV, p. 108.
(3) *Ibid.* T. XXVII, p. 199; et T. XXXIX, p. 268.
(4) *Ibid.* T. XLVII, p. 351; et T. XLVIII, p. 1.

dans laquelle était M. Sturgeon des travaux déjà faits sur le même sujet, on en trouve quelques-uns nouveaux et intéressans ; je citerai seulement celui qui m'a le plus frappé, savoir l'influence des alliages, qui détruit, ou du moins altère complétement, les propriétés thermo-magnétiques des métaux. Ainsi une très-faible proportion d'étain ajoutée au bismuth le transporte, sous le rapport de la nature de l'électricité qu'il développe par l'effet de la chaleur, d'une extrémité à l'autre de l'échelle; l'antimoine perd toutes les propriétés thermo-magnétiques qu'il possède à un haut degré quand il est pur, lorsqu'il est mélangé avec une petite quantité d'étain ou de plomb; il en est de même du zinc. Ce qu'il y a d'assez remarquable, c'est que le bismuth et l'antimoine perdent en même temps complétement la belle apparence cristalline qu'ils présentaient auparavant, et qui semble ainsi être liée de quelque manière avec leur propriété thermo-magnétique.

Les recherches de M. Seebeck n'avaient pas encore paru dans les mémoires de l'Académie de Berlin, sa découverte n'était pas même encore connue en France, lorsque M. OErsted, en arrivant à Paris, au commencement de 1823, la communiqua aux savans de cette ville et en fit imprimer une notice (1). Quelque temps après M. OErsted lui-même et M. Fourier communiquèrent à l'Académie des Sciences de Paris et publièrent quelques expériences qu'ils avaient faites ensemble (2) sur le même sujet. C'est dans leur mémoire que furent désignés, pour la première fois, sous

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXII, p. 199.

(2) *Bibl. Univ.* T. XXIII, p. 50; *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXII, p. 375.

le nom de *thermo-électriques*, qu'ils ont conservé, les courans auxquels la chaleur donne naissance, et les circuits dans lesquels ces courans sont développés, par opposition aux courans et aux circuits voltaïques ordinaires, dans lesquels il y a toujours ordinairement un conducteur humide et qui furent par ce motif nommés *hydro-électriques*. Le but principal du travail des deux savans, fut de chercher à augmenter la force des courans thermo-électriques, en réunissant à la suite les uns des autres plusieurs élémens qui chacun séparément produisaient un certain effet. Un grand nombre de barreaux d'antimoine et de bismuth, furent soudés alternativement les uns aux autres, de manière à former un circuit fermé, de forme polygonale. On exposa alternativement chacune des soudures à une température différente, en réchauffant les soudures paires, par exemple, et en refroidissant les impaires, ou *vice versâ*, et on obtint ainsi un courant électrique capable d'exercer sur l'aiguille aimantée une déviation très-considérable, qui alla même jusqu'à 60 degrés dans une expérience où l'on combina l'action de la flamme avec celle de la glace. Ces recherches prouvèrent cependant que l'action totale n'augmente pas dans une très-grande proportion avec le nombre des élémens, et qu'on arrive même très-promptement à une limite qu'il ne faut pas dépasser, de crainte de diminuer, au lieu d'augmenter l'intensité du courant. Le nombre d'élémens le plus favorable varie avec leur nature et leurs dimensions; il dépend essentiellement de la faculté qu'ils possédent, de transmettre, sans l'affaiblir, le courant électrique, c'est-à-dire de leur conductibilité électrique.

MM. Fourier et OErsted essayèrent aussi de produire avec le courant thermo-électrique des effets calorifiques et chimiques. Ayant interrompu leur circuit, ils n'aperçurent d'abord aucune trace d'électricité de tension aux deux extrémités séparées de cette pile thermo-électrique; les ayant réunies par un fil de métal très-fin, ils ne purent réussir à déterminer dans ce fil la moindre élévation de température ; ils ne purent non plus parvenir à obtenir aucune décomposition chimique, en se servant, pour compléter le circuit, d'une solution conductrice.

Il paraîtrait donc, d'après leurs recherches, que les courans thermo-électriques ne peuvent avoir d'autre effet que d'exercer une action sur l'aiguille aimantée. Cependant nous devons ajouter que très-dernièrement, en 1833, M. Botto, de Turin, est parvenu à décomposer l'eau et les solutions salines et acides, au moyen des courans thermo-électriques, en se servant, pour produire ces courans, d'élémens métalliques formés, non par une suite de barreaux, mais par un très-grand nombre de fils de platine et de fer placés alternativement les uns à la suite des autres (1). Il paraîtrait par là que tout ce qui diminue la conductibilité propre de la pile thermo-électrique, sans cependant détruire son effet, la rend plus capable d'agir sur les conducteurs imparfaits, tels que les conducteurs humides. Au reste, déjà avant M. Botto, M. Becquerel, ainsi que nous le verrons plus loin, avait remarqué que les courans thermo-électriques peuvent produire certains effets chimiques, mais il n'avait pas réussi à décomposer l'eau par leur moyen.

(1) *Bibl. Univ.* T. LI, p. 337.

Nous venons de nommer M. Becquerel ; ce nom seul, après celui de Seebeck, est plus intimément lié avec l'histoire des phénomènes thermo-électriques qu'aucun de ceux que nous avons cités jusqu'ici. C'est en 1823, immédiatement après la publication de la première expérience de Seebeck sur l'effet thermo-électrique d'un arc métallique hétérogène, que M. Becquerel entreprit la série de recherches intéressantes sur ce sujet, dont il a successivement enrichi les *Annales de Chimie et de Physique*. Dans un premier mémoire (1), après avoir rappelé que M. Seebeck n'était parvenu à exciter un courant thermo-électrique, dans un arc formé par un seul métal, que dans le cas particulier où ce métal a une texture cristalline, tel que le bismuth, il montre que l'on peut réussir également bien avec tous les métaux. Il suffit de chauffer très-fortement l'une des extrémités du fil d'un galvanomètre multiplicateur, et de toucher cette extrémité chauffée avec l'autre de même nature, mais qui est restée froide, pour exciter, à l'instant du contact, un courant électrique très-intense qui, parcourant le fil du galvanomètre, exerce sur l'aiguille aimantée une action des plus vives. Quelle que soit la nature du fil métallique, qu'il soit de platine, d'argent, de cuivre, ou de tout autre métal, le même effet est produit ; le sens du courant est tel que l'électricité positive semble aller directement de la partie chauffée à la partie froide ; mais cette direction n'est pas toujours constante, elle paraît varier dans quelques cas avec l'énergie de la température et avec la nature du métal. M. B. parvint à déterminer un courant continu, en

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXIII, p. 135.

attachant l'une à l'autre les deux extrémités du fil métallique du galvanomètre et en appliquant la chaleur à une petite distance du point d'attache; s'il chauffait le point d'attache lui-même, il n'y avait aucun effet, et suivant qu'il réchauffait le métal d'un côté ou de l'autre de ce point, le courant développé était dirigé dans un sens ou dans un autre. Il essaya de fixer à la suite les uns des autres plusieurs fils de platine, et de les chauffer alternativement, de manière qu'il y en eût toujours un froid entre deux chauds, et il réussit à produire un courant électrique au moyen de cette combinaison qui était une petite pile thermo-électrique formée avec un seul métal.

Dans un second mémoire (1) M. Becquerel, étudiant sur plusieurs combinaisons métalliques, les effets de la température, trouva qu'entre certaines limites assez éloignées, l'intensité du courant thermo-électrique était proportionnelle à l'élévation de la température, et qu'on pouvait avoir de cette manière, dans le galvanomètre, un instrument propre à mesurer les hautes températures. Comparant ensuite entr'eux les divers métaux, sous le rapport du sens et de l'intensité du courant thermo-électrique auquel chacun d'eux donne naissance dans sa combinaison avec les autres, il fut conduit à les placer dans un ordre qui n'a aucun rapport avec celui dans lequel on peut les placer en les classant d'après leur nature électrique, telle qu'elle résulte des phénomènes chimiques et du développement de l'électricité par contact. Après le *bismuth*, qui, comme le plus négatif, se trou-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXXI, p. 371.

vait à la tête de l'échelle, venaient le *platine*, le *mercure*, le *plomb*, l'*étain*, l'*or*, l'*argent*, le *cuivre*, le *zinc*, le *fer* et l'*antimoine*, chacun des métaux étant positif par rapport à ceux qui le précèdent. Cette table ne diffère que très-peu de celles qui ont été dressées d'après le même principe, par d'autres physiciens et en particulier par M. de Yelin.

M. Becquerel avait signalé, dans ses premières recherches, quelques anomalies; il avait particulièrement insisté sur celle que présentent les élémens thermo-électriques dans lesquels entre le fer; il avait observé que ces élémens, qui, jusqu'à une certaine température (environ 300 degrés), donnent un courant dirigé dans un certain sens, exposés à une température plus élevée, en développent un dirigé en sens contraire. M. Nobili, en s'occupant du même sujet (1), eut occasion d'observer d'autres anomalies encore; il remarqua en particulier que, dans les combinaisons thermo-électriques où il n'entre qu'un métal, il faut distinguer les cas dans lesquels le courant va de la partie chaude à la froide, (ce sont les plus nombreux), de ceux dans lesquels il va au contraire de la partie froide à la chaude; il indique trois métaux qui sont plus particulièrement dans ce dernier cas; ce sont le zinc, le fer et l'antimoine. Le bismuth étant à la tête des métaux qui sont dans le premier cas, il est facile de comprendre comment l'élément thermo-électrique bismuth-antimoine est un des plus actifs qu'on puisse obtenir. C'est aussi à M. Nobili que l'on doit la découverte des

(1) *Bibl. Univ.*, T. XXXVII, p. 118.

courans thermo-électriques qui peuvent être développés dans des circuits humides; il est parvenu à les produire de la manière la plus prononcée, en fixant aux extrémités d'un galvanomètre multiplicateur, deux bâtons d'argile humectée, dont l'un, fortement chauffé, était mis en contact avec l'autre qui était resté froid (1). Il a obtenu aussi le même résultat, mais avec moins d'intensité, en mettant directement en communication de l'eau chaude et de l'eau froide.

Reprenant le sujet qu'il avait déjà si habilement traité, M. Becquerel donna, dans trois mémoires successifs (2), une analyse détaillée et complète des phénomènes thermo-électriques. Le principe dont il partit et qu'il parvint à démontrer par l'expérience, est que, lorsqu'on chauffe par l'une de ses extrémités un conducteur métallique homogène, tel qu'un fil de platine, la propagation de la chaleur qui s'y opère, est accompagnée d'une suite de décompositions et recompositions du fluide électrique naturel de chaque particule, en sorte qu'aux deux extrémités il y a une certaine quantité d'électricité positive et négative qui se trouve à l'état de liberté. Réunit-on par un conducteur ces deux extrémités, on fournit un moyen de se neutraliser aux deux électricités libres qui s'y trouvent accumulées; et on détermine ainsi dans tout le circuit un courant électrique qui dure tant que continue la propagation de la chaleur. Mais ce conducteur lui-même,

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, pp. 174 et 183.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XLI, p. 353; et T. XLVI, pp. 265 et 337.

qui ne peut être qu'un barreau ou un fil de métal, se trouve par conséquent avoir une température différente à ses deux bouts; la propagation de la chaleur, qui s'y opère aussi, détermine chez lui, comme dans le premier, un courant électrique auquel celui-ci sert de conducteur. Ainsi chacun des deux métaux qui forment le circuit, détermine un courant, et sert en même temps de conducteur au courant de l'autre; ces deux courans parcourent par conséquent le circuit en sens contraire, et il n'y a d'effet sensible qu'autant que l'un est plus fort que l'autre. Si donc les deux portions du circuit sont parfaitement semblables sous tous les rapports, il n'y a pas de courant sensible. C'est ce qui arrive, par exemple, quand le circuit est formé d'un fil continu du même métal, qu'on chauffe en l'un de ces points. Mais, pour peu qu'un renflement, une légère solution de continuité, ou une circonstance quelconque détermine une propagation de la chaleur un peu plus difficile d'un côté que de l'autre, aussitôt il y a courant, lors même que le circuit ne renferme qu'un seul métal. Quand il y a deux métaux, cas plus favorable, l'intensité de l'effet observé dépend, dans les mêmes circonstances, de la force des courans partiels auxquels donne naissance chacun des métaux, en ce sens que, plus l'un de ces courans sera fort et l'autre faible, plus sera intense le courant définitif qui est la différence entre les deux autres.

En étudiant, sous ce rapport, dans un grand nombre de combinaisons, les substances métalliques diverses, M. Becquerel est parvenu à déterminer leur *pouvoir thermo-électrique*; c'est ainsi qu'il a nommé la propriété

qu'elles possèdent de produire, dans les mêmes circonstances, par l'effet de la chaleur, un courant électrique plus ou moins intense. Il a dressé une table des divers métaux, dans laquelle à côté de chacun il a mis le chiffre qui exprime son pouvoir thermo-électrique. En cherchant parmi les propriétés calorifiques des métaux, celles qui semblaient devoir établir entr'eux des rapports à peu près semblables à ceux qui résultent de la comparaison de leur pouvoir thermo-électrique, M. B. trouva d'abord que leur faculté rayonnante était celle qui s'en rapprochait le plus. Cependant il remarqua plus tard que la chaleur spécifique paraissait avoir une certaine influence, car les métaux qui, comme le bismuth et le platine, sont les plus électro-négatifs par l'effet de la chaleur, sont aussi ceux qui ont la moindre chaleur spécifique.

Il est bien probable que la facilité plus ou moins grande avec laquelle la chaleur se propage dans les métaux, influe aussi sur leur pouvoir thermo-électrique, en sorte que cette nouvelle propriété doit dépendre à la fois du pouvoir rayonnant, de la chaleur spécifique, de la conductibilité pour le calorique de chaque substance, et peut-être encore de la nature chimique. C'est à la difficulté de tenir compte à la fois de l'action réunie de toutes ces causes, à l'ignorance où l'on est du rôle que chacune d'elles joue dans le phénomène, à l'incertitude que l'on a s'il n'y en a pas d'autres inconnues, qu'est due l'impossibilité où l'on se trouve encore, d'expliquer d'une manière satisfaisante, les anomalies nombreuses que présentent les phénomènes thermo-électriques. Néanmoins les derniers travaux de M. Becquerel ont fait faire un grand pas à cette partie

de la physique, en déterminant les vrais principes sur lesquels doit reposer la théorie des effets qu'elle embrasse, et en mettant sur la voie de la véritable explication qu'on peut en donner. Il en a, du reste, lui-même indiqué l'insuffisance dans plusieurs cas qu'il a signalés le premier, tels que ceux relatifs à certaines combinaisons métalliques qui, après avoir produit des courans d'autant plus forts qu'on les expose à une température plus élevée, cessent tout d'un coup d'en donner à une certaine température et en développent dans un sens contraire, quand on les chauffe au-delà.

Je ne puis terminer l'exposition de ce qui tient à l'influence de la chaleur sur la production de l'électricité, sans dire un mot de la portion des recherches de M. Becquerel, qui est relative à l'effet de la température sur l'état électrique de la tourmaline et des corps mauvais conducteurs de l'électricité et du calorique (1). Un examen détaillé de ce qui se passe dans les tourmalines, quand on les expose à une température différente de celle de l'atmosphère, a montré à M. B. que ce n'est pas, ainsi qu'on l'avait cru, la température absolue à laquelle on élève cette substance cristalline, qui détermine deux pôles électriques à ses deux extrémités, mais bien le réchauffement ou le refroidissement qu'elle éprouve. Il a suivi et décrit avec beaucoup de soin toutes les phases remarquables sous le rapport électrique, par lesquelles elle passe pendant la durée de ce réchauffement

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXXVII, pp. 5 et 355.

et de ce refroidissement. M. B. a découvert encore que les corps mauvais conducteurs de l'électricité, tels que de petits cylindres de verre et de gomme laque, peuvent aussi acquérir, par l'effet du changement de température, deux pôles électriques; mais cette polarité que déterminent dans la tourmaline des accidens de cristallisation, ne peut naître dans les autres substances que par l'influence d'un corps électrisé qu'on en approche. Cependant une fois qu'elles l'ont acquise, elles la conservent pendant la durée de leur refroidissement ou de leur réchauffement, seulement avec certaines modifications curieuses et analogues à celle que l'on observe dans la tourmaline.

Il résulte, soit des recherches que nous venons de rappeler, soit des phénomènes thermo-électriques en général, que le mouvement du calorique paraît être toujours accompagné, dans tous les corps, qu'ils soient bons ou mauvais conducteurs, d'un développement d'électricité, développement que l'on avait à tort attribué, dans le petit nombre de cas où on l'avait observé, à la température élevée de ces corps. Cette observation, qui établit un rapport si intime entre les deux agens les plus puissans de la physique, la chaleur et l'électricité, justifiera, nous l'espérons, l'étendue que nous avons cru devoir donner à l'exposition des recherches relatives au thermo-électrisme. On comprendra encore mieux pourquoi nous sommes entrés dans tant de détails, quand on songera au rôle que joue probablement dans la nature ce mode de production de l'électricité, à l'explication qu'il peut fournir et des courans électriques terrestres et de l'électricité atmosphérique, et quand on saura qu'il n'est pas impossible, ainsi qu'a

cherché à le démontrer un savant physicien M. Nobili (1), que ce soit dans l'action du calorique qu'on doive finalement chercher la cause réelle du développement de l'électricité, dans tous les cas où ce développement a lieu, même dans ceux où il semble être dû à une action d'un autre genre.

Remarquons encore, avant de quitter ce sujet, que, non contens de trouver dans les phénomènes thermo-électriques un vaste sujet de recherches, les physiciens y ont su découvrir un moyen de rendre sensibles des effets calorifiques qui avaient jusqu'ici échappé aux thermomètres les plus sensibles. MM. Nobili et Melloni ont réussi à disposer une pile thermo-électrique de bismuth et d'antimoine, de manière que la plus légère variation de température peut y déterminer un courant électrique qui est indiqué et mesuré par un galvanomètre multiplicateur (2). C'est avec un appareil construit d'après ce principe, que les physiciens que nous venons de nommer, se sont assurés qu'un grand nombre de substances laissent passer le calorique rayonnant, et que, contre l'opinion généralement reçue, d'autres, telles que la glace et l'eau, n'en laissent pas passer la plus faible proportion; c'est ainsi qu'ils sont parvenus à découvrir une chaleur propre dans les insectes et dans les corps phosphorescens, et à saisir, entre les pouvoirs réfléchissans et absorbans des différentes espèces de corps et leurs autres propriétés, des

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, p. 118.

(2) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 225; et *Annales de Chimie et de Physique*, XLVIII, p. 198.

rapports jusqu'alors inconnus. Plus tard M. Melloni (3) a pu, au moyen du même appareil, se livrer, sur la température des rayons colorés du spectre solaire et des différentes espèces de lumière en général, et sur la transmission du calorique au travers d'écrans de diverses natures, à des recherches extrêmement curieuses, dont le résultat tend à changer complétement les idées qu'on s'était formées jusqu'ici sur la nature des rapports qui existent entre la lumière et la chaleur.

2°) *Influence des actions mécaniques sur la production de l'électricité.*

Le frottement a été la manière de développer l'électricité la plus anciennement et long-temps la seule connue. Nous avons vu dans la première partie de cette esquisse, qu'après la découverte des deux principes électriques, on avait très-vite essayé de classer les corps d'après la nature de l'électricité qu'ils acquièrent en étant frottés avec d'autres. On a souvent cherché si l'on ne pouvait pas établir quelque rapport entre cette propriété particulière des diverses substances et leurs autres propriétés physiques ou chimiques.

Coulomb avait cru pouvoir conclure d'un très-grand nombre de recherches que, lorsque les surfaces de deux corps sont frottées ensemble, celle dont les particules s'écartent le moins les unes des autres, paraît par cela même plus disposée à prendre l'électricité positive, et que, ré-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XLVIII, p. 385; et *Bibl. Univ.* T. XLIX, p. 337.

ciproquement celle des deux surfaces dont les particules se trouvent plus écartées par la rudesse de l'autre, ou par toute autre cause quelconque, est, par cela même, plus disposée à prendre l'électricité négative. Une compression passagère augmente la tendance positive; une véritable dilatation augmente la tendance négative; c'est en particulier l'effet d'une élévation de température. Ces lois cependant sont loin d'être générales; elles se vérifient bien lorsqu'il s'agit de deux substances semblables, ou d'une nature très-rapprochée, dont la surface ou la température sont différentes, comme par exemple deux plaques de verre, l'une polie, l'autre dépolie; l'une froide, l'autre chaude. Mais si les deux substances sont très-dissemblables, l'influence de la surface et de la température disparaît presqu'en entier; la tendance négative ou positive de chacune d'elles ne semble plus dépendre alors que de leur nature relative. C'est ainsi que les substances résineuses sont presque toutes négatives, dans tous les cas, par rapport aux substances vitreuses qui sont positives.

On n'a pas fait de grands pas depuis les travaux de Coulomb, dans la découverte des lois auxquelles est soumis le développement de l'électricité par frottement; cependant la science s'est enrichie de quelques faits nouveaux qui méritent d'être cités.

On a d'abord trouvé que le frottement n'est pas la seule action mécanique qui puisse donner naissance à l'électricité. M. Libes a démontré que la simple pression est capable de déterminer sur les deux corps pressés l'un contre l'autre, une accumulation d'électricité contraire. Un disque de métal isolé, pressé sur du taffetas gommé,

soit simple, soit plié en plusieurs doubles, devient négatif, tandis que le taffetas est positif. Ce qui prouve que c'est bien à la compression qu'est dû ce résultat, et non à un frottement accidentel que les deux substances auraient pu éprouver, c'est que, si on les frotte légèrement l'une contre l'autre, elles s'électrisent bien, mais acquièrent chacune une électricité contraire à celle qu'elles avaient prises par l'effet de la pression. M. Haüy a réussi aussi à électriser, par la simple pression des doigts, plusieurs substances minérales, et en particulier la chaux carbonatée cristallisée, soit *spath d'Islande*. La plus légère pression suffit pour lui donner une électricité positive très-sensible, et si on la presse un peu fortement, la vertu électrique qu'elle acquiert, se conserve pendant un temps plus ou moins considérable (1).

M. Becquerel a fait connaître dans trois mémoires, dont le premier et le principal a paru en 1823, plusieurs résultats d'un grand intérêt, sur le développement de l'électricité par la pression et sur les lois de ce développement (2). Il a montré qu'en général, quand deux corps d'une nature quelconque, dont l'un est élastique, sont isolés et pressés l'un contre l'autre, ils se constituent dans deux états électriques différens, mais qu'ils ne sortent de la compression, chacun avec un excès d'électricité contraire, qu'autant que l'un des corps n'est pas un bon con-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. V, p. 95; et T. VIII, p. 383.

(2) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXII, p. 5; T. XXXVI, p. 265 et T. XLVI, p. 270.

ducteur. Il paraît que, si l'un et l'autre sont bons conducteurs, il est impossible de les séparer assez vite pour empêcher les deux principes électriques que la compression a accumulés sur chacun d'eux, de se réunir avant leur séparation. Le liége, le caoutchouc, l'écorce d'orange, les cheveux, les poils des animaux, et en général, tous les corps élastiques, pressés, soit les uns contre les autres, soit contre des métaux et des substances minérales quelconques, acquièrent une électricité plus ou moins forte, tantôt positive, tantôt négative. Les liquides visqueux, tels que de l'huile de térébenthine épaissie au feu, produisent le même effet. L'intensité de l'électricité acquise par chaque corps, est proportionnelle à la pression, toutes les fois que celle-ci n'est pas suffisante pour désorganiser les corps. Mais si les deux corps sont sous l'action d'une certaine pression, et qu'on vienne à diminuer celle-ci sans que le contact change, l'effet de la pression perdue subsiste pendant un certain temps, qui est d'autant plus long que les corps pressés sont moins bons conducteurs de l'électricité. La vitesse de séparation et la force de la compression ne sont pas les seules circonstances qui puissent modifier les résultats électriques de la pression; l'état hygrométrique des corps, la nature de leur surface et surtout leur température exercent aussi une influence à cet égard. Pour n'en donner qu'un exemple, nous rappellerons que M. B. réussit à déterminer un état électrique différent dans deux morceaux de liége pressés l'un contre l'autre, uniquement en ayant soin d'élever préalablement la température de l'un d'eux.

Il paraîtrait, comme le remarque M. B., que toute

action qui tend à augmenter, à diminuer ou à détruire l'attraction moléculaire, est la cause d'un développement d'électricité. C'est du moins la conséquence que ce physicien tire des expériences que nous venons de rapporter, ainsi que d'autres non moins intéressantes dont nous n'avons pas encore parlé et qui sont relatives aux effets électriques que l'on obtient dans le clivage des cristaux. Il a observé que, lorsqu'on clive ou que l'on exfolie avec la pointe d'un canif, et avec un peu de promptitude, des lames de mica ou de talc, des cristaux de carbonate de chaux, etc., la partie détachée prend une électricité différente de celle du reste du cristal; phénomène qu'il ramène à celui du développement de l'électricité par pression. C'est aussi à la pression qu'il croit que sont dus les effets électriques que l'on observe dans l'immersion de certaines substances solides dans les liquides, telle que celle d'un bâton de verre ou de cire dans le mercure, phénomènes qui ont été plus particulièrement observés et décrits par M. Dessaignes (1). Enfin, c'est à la recomposition subite des deux fluides électriques qui sont développés sur chaque surface, au moment de la compression, qu'il attribue la lumière qui est quelquefois dégagée dans de grands chocs, telle que celle que font, dit-on, rejaillir en se choquant les blocs de glace des mers polaires.

Après avoir étudié la pression comme source d'électricité, et avoir montré le premier que son action sous ce rapport est générale, M. B. s'est occupé du frottement sous le même point de vue, et a obtenu à cet égard des

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. II, p. 59.

résultats non moins intéressans (1). Ayant voulu examiner une expérience de M. Gehlen qui assurait avoir obtenu un courant électrique, en posant simplement l'une sur l'autre deux lames de bismuth et d'antimoine, fixées aux extrémités du fil d'un galvanomètre multiplicateur, il reconnut que ce courant ne pouvait avoir lieu qu'autant qu'il y avait quelque différence de température entre les deux métaux superposés, ou qu'on exerçait quelque léger frottement sur les surfaces de contact, au moment où on les posait l'une sur l'autre. Cette dernière observation le conduisit à découvrir que l'on peut exciter, dans un conducteur, un courant électrique, en frottant l'une contre l'autre deux pièces de métal réunies par ce conducteur, qui est en général le fil d'un galvanomètre. En soumettant à l'expérience différens métaux, il en forma un tableau dans lequel chacun d'eux est négatif par rapport à ceux qui le suivent, et positif par rapport à ceux qui le précèdent, tableau presqu'identique, pour l'ordre dans lequel ces métaux se succèdent les uns aux autres, à celui qui résulte de la comparaison de leurs effets thermo-électriques. Cependant M. B. s'est assuré que ce n'est point la chaleur dégagée dans le frottement, qui détermine le courant, puisqu'en frappant fortement l'un contre l'autre les deux métaux, de manière à les réchauffer bien plus qu'on ne le fait lorsqu'on se borne à les frotter légèrement, on n'obtient aucun effet. Il paraît croire, d'après cela, que le développement de l'électri-

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXXVIII, p. 113; et T. XLVII, p. 113.

cité qui a lieu dans ces expériences, provient d'un mode particulier d'ébranlement que le frottement imprime aux molécules des surfaces métalliques, analogue, du moins dans ses effets électriques, à celui que la chaleur y occasionne. Il a encore montré qu'il n'est pas même nécessaire, pour produire un courant électrique, que les deux métaux frottés ensemble soient hétérogènes; on réussit aussi bien en passant rapidement un bouton métallique sur une lame de même nature. Le sens et l'intensité du courant varient avec le métal dont on fait usage, et avec les plus légères différences dans l'état de ses surfaces.

M. Becquerel est aussi parvenu à obtenir, par le frottement de deux métaux, des effets électriques de tension; mais il a dû, pour réussir, réduire l'un d'eux en limaille, et le projeter à cet état sur l'autre auquel il avait conservé la forme de lame. Quand la lame et la limaille étaient de même nature, la limaille prenait toujours l'électricité négative, sauf dans un cas, celui de l'antimoine; quand elles étaient hétérogènes, il en était aussi presque toujours de même, sauf dans le très-petit nombre de cas où l'électricité, due au contact des deux métaux, l'emportait sur celle qui provenait de leur frottement mutuel. Il paraîtrait, d'après ces résultats, que l'état de division exerce une influence sur la production des phénomènes électriques, et augmente en particulier la tendance négative des métaux. Quant à l'absence complète de signes électriques de tension, que l'on remarque dans le frottement de deux plaques métalliques, il paraît qu'elle est due à la recomposition immédiate des deux principes électriques accumulés sur chacune des deux lames frottées

l'une contre l'autre. C'est de la même cause que provient l'impossibilité où l'on est, de faire passer au travers des conducteurs imparfaits, tels que les liquides, le courant qui résulte du frottement de deux métaux. Il faut même avoir soin que le fil du galvanomètre que l'on emploie pour percevoir ce courant, ne soit pas trop long, de crainte qu'il ne mette un obstacle à la libre transmission du fluide électrique.

Les observations dont nous venons de rendre compte, jointes à quelques autres relatives aux effets électriques qui sont produits dans le frottement des corps mauvais conducteurs, amènent M. Becquerel à croire que le phénomène du dégagement de l'électricité par le frottement, est intimément lié à celui du dégagement de la chaleur; du moins il paraîtrait que ce sont deux effets concomitans qui ont toujours lieu quand on ébranle la matière, et qui dépendent, surtout le premier, de la structure des corps sur lesquels on opère. Quoiqu'on n'ait pu encore lier ces effets autrement que par l'analogie qui existe entr'eux sous le rapport de leur origine, M. B. observe qu'il doit y avoir entr'eux d'autres rapports dont la recherche est digne de fixer l'attention des physiciens; il croit même pouvoir déjà établir, d'après les expériences qu'il a faites, que ce sont en général les surfaces les plus ébranlées qui s'échauffent le plus et qui prennent l'électricité négative.

Je viens de faire moi-même dernièrement quelques expériences sur les effets électriques de tension, qu'on obtient en frottant les métaux avec des conducteurs imparfaits, tels que les doigts, le bois, le liège, l'ivoire,

la corne, etc. (1). Presque tous les métaux, et surtout les moins oxidables, acquièrent dans ce frottement l'électricité négative; un petit nombre d'entr'eux prennent quelquefois la positive, quelquefois la négative; enfin il en est deux, le bismuth et le plomb, qui sont toujours positifs. Les signes électriques sont si prononcés qu'on peut facilement les percevoir avec les électroscopes ordinaires, sans même qu'il soit nécessaire de recourir aux condensateurs. Ce qu'il y a de plus singulier dans ces phénomènes, c'est de voir des métaux, comme l'antimoine et le bismuth, acquérir, par l'effet du frottement d'un conducteur imparfait, chacun une électricité contraire à celle qu'ils développent quand, frottés l'un contre l'autre, ils donnent naissance à un courant électrique dans lequel le premier est positif et le second négatif. Il paraîtrait que la légère couche d'oxide qui recouvre ordinairement très-vite, en la ternissant, la surface récemment polie des métaux oxidables, influe sur la nature du principe électrique dont ces métaux se chargent par l'effet du frottement de corps tels que le bois, les doigts ou l'ivoire. La surface de ces corps détache la couche oxidée, si elle est très-mince; elle s'en couvre elle-même, et alors le frottement a lieu entre le métal et son oxide, cas dans lequel le premier est positif et le second négatif, tandis que, si le corps frotte directement le métal, celui-ci est négatif, et c'est ce qui a tou-

(1) *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, T. VI, p. 176.



jours lieu quand il n'y a point de couche d'oxide ou que celle-ci est adhérente à la surface métallique.

C'est ici que je dois naturellement parler d'un mode de développement de l'électricité, qui a encore été découvert par M. Becquerel ; c'est celui qui a lieu dans les actions capillaires (1). L'ingénieux physicien français est parvenu à le rendre sensible, en fixant à l'une des extrémités du fil d'un galvanomètre une cuiller ou capsule de platine remplie d'un acide, et à l'autre un morceau de platine spongieux, ou de charbon, qu'il plongeait dans l'acide. Aussitôt que l'immersion avait lieu, il se développait un courant électrique, qui durait jusqu'à ce que la substance poreuse se fût entièrement imprégnée du liquide dans lequel on l'avait plongée, mais qui cessait alors ; preuve que c'était bien à l'action capillaire qu'il était dû, ainsi que le démontraient d'ailleurs toutes les circonstances de l'expérience. Les effets électriques qui ont lieu dans cette action, sont-ils dus au frottement du liquide contre les parties solides, ou sont-ils seulement un phénomène qui accompagne celui des attractions à petites distances? C'est ce qu'il est impossible de décider dans l'état actuel de la science. Mais dans l'un comme dans l'autre cas, ils dépendent des mêmes causes générales qui les déterminent dans le frottement et dans la pression, c'est-à-dire d'une action mécanique moléculaire ; c'est pourquoi il nous a paru qu'ils devaient historiquement trouver leur place ici.

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXIV, p. 341.

L'exposé rapide que nous venons de tracer, nous montre que l'étude des phénomènes électriques qui accompagnent les actions mécaniques, est encore bien peu avancée. Il nous fait voir que, s'il en est de même pour l'étude des effets thermo-électriques, il y a cependant cette grande différence entre ces deux modes de production de l'électricité, que l'on est du moins pour ce dernier, l'action calorifique, sur la voie qui doit conduire à la découverte des lois qui le régissent, tandis que pour le premier, l'action mécanique, à peine ose-t-on dire qu'on les entrevoit. Probablement cette ignorance tient-elle au peu de notions justes que l'on a encore sur la constitution moléculaire des corps, et sur la nature, ainsi que sur le jeu, des forces qui exercent une influence sur elle.

3° *Influence des actions chimiques sur la production de l'électricité.*

Lavoisier et Laplace avaient aperçu quelques traces d'électricité dans l'action qu'exerce sur le zinc, l'acide sulfurique étendu d'eau ; Fabroni, Wollaston et Parrot avaient attribué aux actions que les liquides exercent sur les métaux, le développement de l'électricité voltaïque ; mais avant la découverte du galvanomètre multiplicateur, on n'avait pas réussi à prouver par des expériences directes et concluantes, que toute action chimique donne naissance à un courant électrique.

C'est en 1823 que trois physiciens parvinrent, chacun de leur côté à peu près en même temps, à démontrer ce principe important. OErsted (1) fit voir que, si

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXII, p. 363.

l'on fixe aux extrémités du galvanomètre, deux morceaux du même métal, tels que deux lames de zinc, et qu'on les plonge l'un après l'autre dans un acide étendu d'eau, on obtient un courant électrique. Becquerel (1) trouva qu'en plongeant dans une solution acide ou alcaline, les deux bouts en cuivre du fil d'un galvanomètre, on détermine un courant électrique, mais que le courant n'a pas lieu, si le liquide n'exerce pas une action chimique sur les bouts du fil métallique, par exemple dans le cas où ce fil est de platine. Il remarqua que le sens du courant paraissait dépendre de celui des deux bouts qui était le plus attaqué, et qu'ainsi celui qui était plongé le dernier, ou qui avait le plus de points de contact avec le liquide, étant celui sur lequel l'action chimique était la plus vive, prenait l'électricité positive, tandis que l'autre était l'élément négatif du couple. Le chevalier de Yelin (2) publia une série d'expériences faites sur un grand nombre de métaux et de liquides acides et alcalins, desquelles il résultait qu'en plongeant dans ces divers liquides deux morceaux du même métal, on obtient des courans électriques dont le sens et l'intensité paraissent dépendre, et de celui des deux morceaux qu'on a plongé le premier, et de la nature relative du métal et du liquide.

M. Becquerel ne tarda pas à reprendre ce sujet, et il communiqua déjà à l'Académie des Sciences de Paris, aux mois de juin et de novembre 1823, des recherches détaillées sur les effets électriques qui ont lieu dans l'ac-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXIII, p. 152.
(2) *Bibl. Univ.* T. XXIII, p. 38.

tion des acides sur les alcalis et les métaux, dans les dissolutions des acides, des oxides, des sels et des alcalis dans l'eau, ainsi que dans le mélange de ces dissolutions les unes avec les autres (1). Il reconnut qu'il n'y avait courant électrique dans le contact des solides et des liquides, qu'autant qu'il y avait action chimique, et quant aux courans électriques auxquels il trouva que les dissolutions donnaient naissance, on doit les regarder comme dus à de véritables actions chimiques, à moins qu'on ne considère les dissolutions comme des phénomènes physiques, au quel cas les effets électriques auxquels elles donnent naissance, rentreraient dans la catégorie de ceux qui sont produits par l'action capillaire, ou par les actions moléculaires en général.

Dans ses recherches ultérieures M. Becquerel fut conduit à distinguer les effets électriques qui résultent d'un simple contact des solides et des liquides et qui se manifestent sous forme de tension, de ceux qui résultent de leur action chimique. C'est au moyen de l'électroscope et du condensateur, qu'il étudia la première classe d'effets qu'il attribua à ce qu'il nomma les *actions électro-motrices* des liquides sur les métaux. Il trouva (2) qu'en général les métaux acquièrent, dans leur contact avec les acides, l'électricité positive, dans leur contact avec les alcalis, l'électricité négative, et dans leur contact avec l'eau, les uns, les plus oxidables, l'électricité négative, les autres, les moins oxidables, l'électricité positive; les liqui-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXIII, p. 244; et T. XXIV, pp. 192 et 345.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXV, p. 405; et T. XXVII, p. 5.

des prennent toujours l'électricité contraire à celle qu'affecte le métal. Ces résultats parurent d'accord avec ceux du même genre qu'avaient jadis observés Volta et Davy sur des substances solides, et favorables à la théorie dans laquelle on envisage tous les corps comme ayant un état électrique qui leur est propre et qui devient sensible quand ils sont en contact; les uns, tels que l'oxigène et les acides, étant éminemment électro-négatifs; les autres, tels que l'hydrogène et les alcalis, électro-positifs. Mais les anomalies nombreuses que présentent, dans cette manière de voir, les résultats observés par M. Becquerel, surtout ceux qu'il obtient en opposant l'une à l'autre les actions électro-motrices de deux métaux sur un même liquide, font déjà présumer que l'action chimique a une part, si même elle n'en est pas entièrement la cause, dans la production des effets électriques de tension dont il s'agit.

Quant au développement d'électricité que M. Becquerel reconnut immédiatement être l'effet de l'action chimique, il réussit à le produire de plusieurs manières (1). Il avait déjà fait voir qu'un acide et un alcali communiquant, au moyen de fils de platine, avec les extrémités du galvanomètre, donnent un courant électrique au moment de leur combinaison; il montre que de l'or et du platine très-purs n'en développent un qu'autant qu'ils plongent dans un liquide capable d'attaquer l'un d'eux, que la chaleur qui résulte des actions chimiques, n'est pour rien dans la production des effets électriques qui les accompagnent, et qu'il faut, dans la théorie de la pile de

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVI, p. 176; et T. XXVIII, p. 19.

Volta, tenir compte à la fois et des actions électromotrices et des actions chimiques des liquides sur les métaux. Il réussit à produire un courant électrique, en décomposant, uniquement au moyen d'un morceau d'or ou de platine avec lequel il le touchait, le peroxide d'hydrogène, soit l'eau oxigénée de Thénard, et enfin il montra qu'il y avait toujours dégagement d'électricité dans l'action chimique que peuvent exercer l'une sur l'autre deux solutions, et en particulier dans la combinaison des acides avec les alcalis ou les oxides. Les expériences nombreuses, au moyen desquelles il parvint à la démonstration de ce principe, étaient faites en plongeant les extrémités en platine d'un galvanomètre, dans deux capsules remplies chacune de l'une des dissolutions, et en réunissant les deux liquides au moyen d'une mèche de coton ou d'amiante, au travers de laquelle ils s'infiltraient de manière à pouvoir ainsi agir l'un sur l'autre. C'est le même mode d'expérience qu'ont employé, dans leurs recherches, les divers physiciens qui se sont occupés du même sujet.

Davy, en 1826, dans un mémoire fort détaillé, intitulé : *Des relations qui existent entre les actions électriques et les actions chimiques* (1), chercha à démontrer, en opposition aux résultats obtenus par M. Becquerel, que les courans électriques qui accompagnent la combinaison ou la décomposition des corps, ne sont pas dus aux actions chimiques, et qu'en général il n'y a aucun développement d'électricité dans ce genre d'action. Ses recherches eurent principalement pour objet l'examen des deux cas

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIII, p. 276.

qui semblent le plus favorables à l'opinion contraire à la sienne, savoir celui où l'on plonge deux pièces du même métal dans un même liquide, et celui où l'on fait agir deux liquides différens l'un sur l'autre. Il établit que, dans le premier cas, l'effet électrique n'avait lieu qu'autant que l'on plongeait l'une après l'autre dans le liquide les deux lames du même métal, et qu'il était dû à ce qu'il n'y avait plus homogénéité entre ces deux lames, à cause des altérations qu'avait éprouvées, par l'effet de l'action des liquides, celle qui avait été plongée la première; il expliqua de la même manière les anomalies que présente quelquefois la direction du courant, dans le cas où l'on plonge dans le liquide deux métaux différens, qui, suivant la nature de ce liquide, peuvent être, tantôt positifs, tantôt négatifs l'un par rapport à l'autre. Il admit que, dans le second cas, le courant électrique était dû, non à l'action chimique que les deux liquides exercent l'un sur l'autre, mais à l'action électro-motrice différente que chacun d'eux exerce sur les extrémités métalliques du galvanomètre, avec lesquelles il est en contact. En preuve de son explication, il montra que, par exemple, dans l'action d'un acide sur un alcali, si, au lieu de faire communiquer chacun d'eux immédiatement avec les bouts du galvanomètre, on interposait entre ces bouts et eux une solution saline, on n'avait plus aucun signe de courant électrique. L'expérience se faisait au moyen de quatre capsules, dont les deux extrêmes, dans lesquelles plongeaient les bouts en platine du fil du galvanomètre, étaient remplies de la solution saline, et les deux du milieu, l'une contenant l'acide et l'autre l'alcali, communiquaient,

soit entr'elles, soit avec les deux autres, au moyen de mèches humectées de coton ou d'amiante.

L'assertion de Davy, qu'il n'y avait pas dégagement d'électricité dans les actions chimiques, ne tarda pas à être attaquée et victorieusement réfutée. Becquerel (1) étudia avec soin l'influence que peuvent exercer sur ces phénomènes, les altérations que les métaux éprouvent par l'action des liquides dans lesquels on les plonge, et en produisant ces altérations directement, il s'assura qu'elles donnaient souvent naissance à un effet électrique inverse de celui qui avait lieu dans les cas où Davy avait cru devoir le leur attribuer. Il montra aussi que l'absence de signes électriques dans l'action d'un acide sur un alcali, provenait uniquement de la manière d'opérer de l'illustre chimiste anglais, et qu'elle tenait à ce que la solution saline, interposée entre les extrémités du galvanomètre et les deux liquides qui agissaient l'un sur l'autre, était trop peu conductrice de l'électricité; il s'assura que, pour réussir à percevoir le courant, tout en faisant l'expérience précisément de la même manière, on n'avait qu'à remplacer la solution saline par un liquide plus conducteur, tel que l'acide nitrique. M. Nobili (2), en se servant d'un galvanomètre plus sensible, obtint des effets électriques très-prononcés, sans avoir besoin de faire cette substitution, et dans le cas même où Davy n'en avait point obtenu, à cause du peu de sensibilité de l'instru-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXV, p. 113.

(2) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, p. 24; et *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVIII, p. 239.

ment dont il faisait usage. Il parvint, par le même procédé, à développer des courans électriques, non-seulement en faisant agir l'une sur l'autre des solutions acides, alcalines ou salines, mais aussi en plongeant dans un liquide acide des substances alcalines ou terreuses, à l'état solide; dans ce cas les effets étaient en général beaucoup plus intenses; et ce qu'il y a de singulier, c'est que le courant affectait alors une direction le plus souvent inverse de celle qu'il avait quand les deux substances étaient à l'état liquide.

Ce que nous venons de dire sur le sens du courant, nous amène à parler de la partie des recherches de M. Becquerel qui s'y rapporte, et dont nous n'avons encore rien dit, quoique dans chacun de ceux de ses mémoires que nous avons cités, il en ait été question. M. B. a conclu de la direction suivant laquelle cheminent les courans qui sont développés dans les actions chimiques, que, dans presque tous les cas, un acide, quand il se combine avec un alcali, ou quand il attaque un métal, s'empare de l'électricité positive, tandis que l'alcali ou le métal prend l'électricité négative; résultat inverse de l'état électrique dans lequel les substances se constituent dans leur contact mutuel, ainsi que le démontre la première série de recherches dont nous avons parlé. Il a cherché à expliquer cette différence, en admettant, comme M. Ampère l'a proposé le premier, que les molécules des corps sont douées d'une électricité qui leur est propre, positive pour les uns, négative pour les autres, et que de plus elles sont entourées, dans leur état ordinaire, d'une atmosphère électrique d'une nature opposée à l'électricité

qu'elles possèdent naturellement, et dont l'effet est de neutraliser l'action de celle-ci. Quand deux corps sont simplement mis en contact, leurs atmosphères électriques se neutralisent, et l'électricité propre de chacun d'eux devient libre. Quand ils se combinent, leurs électricités propres se neutralisant par l'effet de cette combinaison, leurs atmosphères électriques se réunissent, et donnent ainsi naissance au courant électrique. La nature inverse des signes électriques qui sont développés par chaque corps dans les deux cas, se trouve donc être une conséquence toute simple de la nature opposée de leur propre électricité, et de celle de l'atmosphère dont elles sont entourées. M. Becquerel, tout en adoptant l'explication qui précède, et que nous avons cru devoir rapporter, à cause de l'autorité méritée dont jouit, dans la science, le nom de son auteur, reconnaît cependant qu'il est plusieurs exceptions embarrassantes à la loi générale par laquelle il explique la nature des signes électriques que manifestent deux corps, soit dans leur contact, en vertu de l'action électromotrice, soit dans leur combinaison, en vertu de l'action chimique. Nous avons déjà cité celles qu'a observées M. Nobili (1); nous pourrions encore en énumérer beaucoup d'autres, qui ont été remarquées par M. Becquerel lui-même, et par divers physiciens.

Désireux d'éclaircir la cause de toutes ces anomalies, et de démêler les effets compliqués qui semblent contribuer à les produire, M. B. entreprend une nouvelle série de recherches (2) ayant pour objet l'étude des courans

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, pp. 26 et 136.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLI, p. 5.

électriques auxquels donne naissance l'action réciproque des dissolutions les unes sur les autres, le contact des métaux et des dissolutions salines ou acides, et enfin l'immersion de deux métaux différens dans un ou dans deux liquides communiquant entr'eux ou séparés seulement par un diaphragme de baudruche; puis guidé par les principes auxquels cette étude l'a conduit, il cherche à les appliquer à la détermination des effets produits, dans la pile de Volta, par l'action chimique des liquides. L'examen des circonstances qui déterminent ou facilitent le développement de l'électricité dans tous les cas que nous venons d'indiquer, amène le savant observateur à conclure que ce développement est une conséquence des réactions que les dissolutions exercent, soit les unes sur les autres, soit sur les métaux, et que tous les phénomènes peuvent être expliqués en faisant abstraction des actions électro-motrices des métaux et en n'ayant égard qu'aux effets électro-chimiques.

J'étais moi-même déjà arrivé à un résultat semblable, en cherchant à démontrer qu'il est impossible d'expliquer la production de l'électricité voltaïque, appelée souvent *électricité de contact*, par le principe de l'action électromotrice, soit des métaux les uns sur les autres, soit des métaux sur les liquides, et réciproquement. J'avais essayé de prouver que cette action électro-motrice n'existe pas, c'est-à-dire que le contact de deux substances hétérogènes ne peut, par lui-même, lorsqu'il est isolé de toute espèce d'action, donner naissance à des effets électriques; et enfin j'avais réussi à faire voir qu'il faut toujours, pour qu'il y ait dégagement d'électricité, une action, et que

cette action ne peut être que *calorifique*, *mécanique*, ou *chimique* (1).

C'est principalement l'action chimique qui m'avait paru être la véritable cause de l'électricité, dans presque tous les cas où on l'avait attribuée au contact. J'avais observé en particulier que, lorsqu'on forme un couple voltaïque avec deux corps solides différens et un seul liquide, c'est toujours le corps le plus attaqué qui est positif; de telle façon que le même métal peut être, tantôt positif, tantôt négatif par rapport à un autre, suivant que le liquide dans lequel on les plonge tous deux, attaque plus le premier que le second. J'avais trouvé plusieurs exemples de ces changemens de polarité, dont quelques-uns avaient déjà été indiqués par deux savans italiens, MM. Avogadro et Michelotti (2), changemens qui m'avaient paru inconciliables avec l'hypothèse qui fait dépendre l'état électrique de deux métaux, ou ce qui revient au même, le sens du courant auquel ils donnent naissance, uniquement de leur nature relative et nullement de l'action du liquide interposé entr'eux. J'avais aussi déterminé plusieurs cas dans lesquels, quoique les circonstances les plus favorables, suivant la théorie du contact, fussent réunies, il n'y avait pas d'effet électrique, et cela, parce qu'il n'y avait pas d'action chimique et qu'on s'était en même temps mis à l'abri de toute action calorifique ou méca-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVII, p. 225; T. XXXIX, p. 297; et *Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, T. IV, p. 285; et T. VI, p. 149.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXII, p. 361.

nique. Enfin j'avais montré que les effets électriques de tension, que l'on obtient par le simple contact de deux métaux hétérogènes, sans l'intervention d'aucun liquide, sont dus aussi à l'action chimique, du moins quand ils ne proviennent pas d'une action calorifique ou mécanique. Cette action chimique est celle qu'exercent toujours, au moins sur l'un des métaux du couple, l'air, les gaz et les vapeurs aqueuses dont ils sont entourés, action qui, sans être très-forte, n'en existe pas moins, ainsi qu'on peut s'en assurer directement, et dont il est très-difficile, comme le prouve l'expérience, de se mettre complétement à l'abri.

Ces phénomènes, et tous ceux en général que présente le développement de l'électricité par les actions chimiques, m'avaient semblé dépendre du principe suivant, savoir, que tout corps mis en contact avec un liquide ou un fluide élastique, qui exerce une action chimique sur lui, prend, par l'effet de cette action, l'électricité négative, tandis que l'électricité positive passe dans le liquide ou dans le fluide élastique. Je ne m'étais pas dissimulé qu'il y avait deux fortes objections contre l'admission exclusive de ce principe; la première que l'intensité des effets électriques est loin de se trouver toujours en rapport avec l'énergie de l'action chimique, et la seconde que, dans plusieurs cas, et en particulier dans ceux où l'on plonge les deux métaux d'un couple voltaïque dans deux liquides différens, c'est souvent le moins attaqué qui détermine le sens du courant. Mais un second principe, fondé aussi sur l'expérience, m'avait paru pouvoir donner une explication satisfaisante de toutes les excep-

tions apparentes au premier, que l'on peut rencontrer. Ce principe, c'est que les deux fluides électriques que sépare l'action chimique, peuvent se réunir directement par la surface même sur laquelle a lieu cette action, et que, par conséquent, la proportion de chacun d'eux qui reste isolée, ou qui, pour se neutraliser, suit la voie d'un conducteur extérieur disposé de manière à servir de moyen de communication entre le liquide et la surface attaquée, dépend de la difficulté plus ou moins grande qu'ils éprouvent à passer directement de ce liquide à cette surface. Or cette transmission est d'autant plus facile que l'action chimique est plus vive; plus donc il y aura d'électricité développée, plus aussi il y en aura qui échappera à l'observation par l'effet d'une neutralisation immédiate. Suivi dans l'examen de chaque cas particulier, ce principe m'avait toujours suffi pour en donner une explication suffisante, sans qu'il fût nécessaire de faire intervenir l'action électromotrice, soit des métaux sur les liquides, soit des métaux et des liquides les uns sur les autres.

Les conséquences peu favorables à la théorie du contact, que j'avais tirées de mes premières recherches, avaient été attaquées par quelques physiciens. M. Pfaff avait montré que, dans le vide, dans l'hydrogène et dans les gaz bien desséchés, le contact de deux métaux hétérogènes développe de l'électricité, quoiqu'il ne puisse y avoir d'action chimique (1). M. Becquerel avait aussi indiqué quelques cas où il y a production d'électricité, sans qu'on puisse assigner à cette production d'autre cause que l'ac-

(1) *Ann de Ch. et de Phys.* T. XLI, p. 236.

tion électromotrice (1). Enfin M. Marianini, avait cherché à montrer qu'il est impossible d'expliquer par l'action chimique seule, et sans l'intervention de l'action électromotrice, les propriétés électriques d'une pile voltaïque (2). C'est alors que j'entrepris de nouvelles recherches qui me prouvèrent que, malgré toutes les précautions qu'ils avaient prises dans leurs expériences, MM. Pfaff et Becquerel ne s'étaient pas mis complétement à l'abri de toute action chimique. Quant à l'analyse de la pile, qu'avait faite M. Marianini, j'aurai occasion plus loin, en parlant de certaines propriétés de l'électricité nouvellement découvertes, de rappeler que je suis parvenu à prouver qu'elle ne conduit point nécessairement à la théorie de l'action électromotrice. M. Parrot, à la suite d'un examen consciencieux des expériences et des raisonnemens de M. Marianini, était aussi arrivé à la même conséquence (3).

Tel est donc l'état actuel de la science, en ce qui concerne l'influence de l'action chimique sur la production de l'électricité. Que l'électricité puisse être développée par l'effet d'une action chimique, que ce mode de développement exerce son influence dans des cas où les effets électriques observés étaient attribués à l'action exclusive de toute autre cause, c'est ce que tous les physiciens s'accordent maintenant à reconnaître; mais que cette influence soit aussi étendue que je l'ai admise, et qu'en

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLVI, p. 286.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLV, p. 113.
(3) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLVI, p. 361.

particulier l'électricité de la pile de Volta ne soit due qu'à l'action chimique exercée par les liquides, c'est un point sur lequel il y a encore quelque dissentiment. Quant aux lois qui régissent la production de l'électricité par l'action chimique, quoiqu'elles paraissent déjà en plusieurs points être assez bien déterminées, elles ne reposent pas encore cependant sur des principes assez fixes pour qu'on puisse les regarder comme solidement établies et suffisamment générales. L'influence que l'action chimique exerce sur la production de l'électricité est trop intimément liée avec celle que l'électricité elle-même exerce sur les phénomènes chimiques, pour qu'il n'y ait pas une dépendance nécessaire entre les lois qui régissent ces deux classes de phénomènes. Or, ainsi que nous le verrons plus loin, cette dépendance, telle que l'avait établie la théorie électro-chimique, basée sur le principe que chaque corps a une électricité qui lui est propre, a été tellement ébranlée par les nouvelles découvertes dont nous avons déjà rendu compte en partie, qu'il est impossible de ne pas la regarder, dans ce moment, comme presque totalement inconnue, et comme exigeant, pour être bien déterminée, de nouvelles recherches qui, il faut l'espérer, ne se feront pas attendre long-temps.

4° Sources naturelles de l'électricité.

L'étude des sources naturelles de l'électricité a été sans doute facilitée, soit par les nouveaux moyens d'observation dont la science de l'électricité s'est enrichie, soit par les notions importantes que l'on a acquises sur

tout ce qui concerne le mode de production de cet agent. Néanmoins, malgré ces nouvelles ressources, cette étude n'a pas fait de grands progrès, à cause de la difficulté que présente l'observation directe de l'électricité naturelle, seule base sur laquelle on puisse fonder une théorie un peu solide.

Les sources de l'électricité naturelle sont au nombre de deux, l'électricité atmosphérique et l'électricité animale; on pourrait peut-être en ajouter une troisième, l'électricité terrestre; mais, quoique son existence soit très-probable et qu'elle semble être une conséquence forcée de plusieurs phénomènes, ainsi que nous l'avons déjà vu, cependant comme on n'a pas encore réussi à l'observer directement, on ne peut pas la mettre sur la même ligne que les deux autres.

On sait que Volta et De Saussure avaient attribué l'électricité atmosphérique à l'évaporation qui a constamment lieu à la surface de la terre. De Saussure en particulier avait fait voir, par une série nombreuse d'expériences, qu'il y a production d'électricité quand on fait évaporer un liquide en l'injectant dans un creuset fortement chauffé. Le creuset prend en général l'électricité négative, tandis que la vapeur emporte la positive, circonstance qui expliquait pourquoi l'électricité de l'atmosphère était toujours positive, du moins dans un temps serein. M. Pouillet a publié en 1827 un mémoire sur l'origine de l'électricité atmosphérique (1), dans lequel il fait

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXV, p. 401; et T. XXXVI, p. 5.

voir que la simple évaporation, lorsqu'elle n'est accompagnée d'aucune action chimique, ni d'aucune décomposition de la substance évaporée, ne donne lieu à aucun dégagement d'électricité. Ainsi l'évaporation de l'eau pure injectée dans un creuset de platine fortement chauffé, n'est accompagnée d'aucun signe électrique. Si le creuset est d'un métal attaquable par le liquide qu'on y injecte, ou que ce liquide soit susceptible d'être décomposé par l'effet de la température élevée à laquelle il est porté, alors il y a dégagement d'électricité; c'est ce qui explique les résultats obtenus par De Saussure. Ne pouvant donc trouver dans l'évaporation la source de l'électricité dont l'atmosphère est continuellement chargée, M. Pouillet a cru qu'on pouvait la trouver dans les actions chimiques qui se passent constamment sur la surface du globe, et en particulier dans la végétation et dans l'évaporation de l'eau de la mer, qui est une véritable décomposition chimique. Il s'est assuré en effet directement qu'il y a dégagement d'électricité, soit dans le phénomène de la végétation, soit quand, en soumettant à l'action de la chaleur une dissolution saline, on sépare l'eau qui seule s'évapore du sel qu'elle tenait en solution. Il a aussi, à cette occasion, étudié les effets électriques qui ont lieu dans certaines actions chimiques, et en particulier dans la combustion; et il est parvenu à des résultats tout-à-fait d'accord avec le principe général que nous avons exposé plus haut; c'est ainsi qu'il a trouvé que le charbon et l'hydrogène en brûlant prennent l'électricité négative, tandis que l'air ambiant se charge d'électricité positive. Nous avons oublié de dire, en parlant des travaux de M. Becquerel,

que cet habile physicien avait obtenu des effets tout-à-fait analogues dans les recherches qu'il avait faites, au moyen du galvanomètre, sur l'état électrique de différentes espèces de flammes (1).

M. Pouillet a très-bien réussi à démontrer qu'on avait eu tort d'attribuer à l'évaporation l'électricité atmosphérique. A-t-il été aussi heureux dans l'origine qu'il a voulu lui assigner? C'est ce dont il est permis de douter. La végétation et les actions chimiques qui se passent à la surface du globe, produisent si peu d'électricité, et surtout donnent des signes électriques dont la nature est si variable, qu'il est bien difficile de leur attribuer l'électricité *constamment* positive dont se charge l'atmosphère. D'ailleurs, et cette objection s'appliquait aussi bien à l'évaporation, ce sont des phénomènes qui cessent presqu'entièrement pendant l'hiver, et cependant l'observation nous apprend que l'atmosphère est chargée très-souvent d'autant, et quelquefois de plus d'électricité à cette époque de l'année que dans les autres. Quelle est alors la cause qui a pu produire cet agent? Ne devrait-on point la chercher dans un phénomène bien plus général que ceux auxquels on a cru devoir l'attribuer jusqu'ici, savoir la distribution inégale de la température dans l'atmosphère; une série de recherches que je n'ai pas encore publiées et que je ne tarderai pas à faire connaître, me semble prouver que c'est dans l'influence de la chaleur que l'on finira par trouver la véritable source de l'électricité atmosphérique.

Mais aucune hypothèse, aucune théorie sur la cause

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVI, p. 328.

de cette électricité, ne pourra acquérir un certain degré de certitude, tant qu'il sera impossible de l'appuyer sur une série d'observations complètes et régulières, ayant pour objet l'état électrique de l'atmosphère, et analogues à celles qu'on a faites sur sa pression, sa température et son état hygrométrique. M. Colladon (1) a déjà obtenu, au moyen du galvanomètre multiplicateur, qu'il a rendu susceptible, par divers perfectionnemens, de donner perception de l'électricité atmosphérique, comme de celle des machines ordinaires, quelques résultats intéressans sur l'état électrique de l'atmosphère en temps d'orage ; il a remarqué en particulier que les nuages étaient presque toujours chargés d'électricité contraires à leurs deux extrémités. M. Schübler, qui avait déjà fait sur l'électricité de l'atmosphère des observations assez suivies (2), en a publié de nouvelles relatives à l'influence que peut exercer la direction du vent, la température et la pureté de l'air, la chute de la pluie, ou de la neige, sur l'intensité et la nature des signes électriques que l'on perçoit dans ces différentes circonstances (3). Il serait bien à désirer que ce genre d'observations prît dans la météorologie le rang que son importance lui assigne ; on nous assure que l'on se dispose à observer à l'Observatoire de Paris, d'une manière régulière, cet élément si actif des phénomènes atmosphériques, et nous savons que très-incessamment on va en faire autant à l'Observatoire de Genève.

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIII, p. 62.
(2) *Bibl. Univ.* T. II, p. 93.
(3) *Ibid.* T. XLII, p. 203.

L'électricité animale n'a pas fait non plus de grands pas depuis les observations curieuses de Humboldt sur les gymnotes et autres poissons électriques (1). Davy a publié une notice sur les tentatives infructueuses qu'il avait faites pour percevoir dans la torpille des courans électriques au moyen du galvanomètre (2). J'ai ouï dire que dès lors on avait réussi, en faisant aboutir les deux extrémités du fil du galvanomètre à certains points déterminés du corps de l'animal. Mais on n'en est pas plus avancé sur la cause, probablement physiologique, de cette singulière propriété des poissons électriques, depuis que l'on sait qu'ils peuvent produire aussi bien un courant qu'une secousse électrique. Je devrais encore citer les observations curieuses de M. Nobili (3), sur le courant auquel donne naissance une grenouille, quand on la fait communiquer avec les deux extrémités d'un galvanomètre, d'un côté par ses nerfs, de l'autre par ses muscles, courant qui semble indiquer que cet animal peut, par lui-même et sans cause extérieure, produire des effets électriques. Si je n'insiste pas dans ce moment sur ce singulier phénomène, c'est que j'aurai occasion d'en reparler en m'occupant des effets physiologiques de l'électricité qu'ont observés tout dernièrement divers physiciens, et en particulier M. Marianini et M. Nobili lui-même.

(*La fin au Cahier prochain*)

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XI, p. 408.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLI, p. 438; et *Bibl. Univ.* T. XLI, p. 99.

(3) *Bibl. Univ.* T. XXXVII, p. 10; et T. XLIV, p. 48.



MÉLANGES.

ASTRONOMIE.

Passage de Mercure sur le soleil, et occultation de Saturne; extrait d'une lettre du professeur Moll, en date d'Utrecht, 23 avril 1833. — J'ai eu le bonheur d'observer bien complétement le dernier passage de Mercure sur le soleil; comme nous étions munis de bons instrumens, d'une excellente pendule de Molyneux, de plusieurs montres marines de Perkinson et Frodsham, et de Molyneux, nous avons pu, malgré le mauvais temps que nous avons eu plusieurs jours avant l'observation, déterminer le temps avec une très-grande exactitude. J'ai pu observer les quatre contacts de la planète avec le soleil, en voici les résultats :

Passage de Mercure 1832. *Temps moyen à Utrecht.*

Immers. 4 mai.	Moll.	Fockens.	Van-Beek.	Van-Kees.
Premier contact.	21h20′43″	21h20′41″		
Second contact.	21 23 25	21 23 25	21 23 25	
Immers. 5 mai.				
Troisièm. cont.	4 6 7	4 5 57		4 6 8
Quatrièm. cont.	4 9 15	4 9 18	4 9 10	

J'ai aperçu une espèce de tache blanchâtre sur le disque de Mercure, sur le soleil, apparence qui a été aperçue dans les passages précédens par MM. Schröter et Harding. Ce dernier l'a encore vue dans cette dernière occasion. MM. Schumacher et Olbers pensent que ce n'est que l'effet d'une illusion optique.

J'ajouterai encore l'observation de l'occultation de Saturne par la lune, du 8 mai 1832, observée à Utrecht, en temps moyen.

	Prof. Moll.	M. Fockens.
Immersion d'un satellite.		9h26′28″
Anneau 1er contact.	9h34′29″	9 34 23
Saturne, 2d bord..		9 35 33
Anneau 2d contact.	9 36 10	9 36 5
Emersion, anneau.	10 27 39	10 27 31
Saturne, 2d bord..	10 28 15	10 28 1
Anneau 2d contact.		10 28 7

PHYSIQUE.

Observations horaires du baromètre, avec des recherches expérimentales sur les phénomènes des oscillations périodiques; par J. Hudson, secrétaire-adjoint et bibliothécaire de la Société Royale de Londres. — Un mémoire sous ce titre, a été présenté par M. Lubbock à la Société Royale dans sa séance du 21 juin 1832. M. Lubbock avait remarqué lui-même, en examinant les observations météorologiques faites journellement à la Société Royale, qu'elles ne procuraient pas des résultats satisfaisans, relativement à la variation horaire du baromètre, à cause des intervalles trop considérables qui séparaient les époques d'observations. En conséquence, M. Hudson s'est imposé la tâche de faire une série d'observations horaires pendant une période assez étendue pour obtenir les données nécessaires à l'explication des anomalies des oscillations horaires. Le mémoire en question contient ces observations horaires, s'élevant au nombre de 3000, et faites dans les mois d'avril, mai, juin et juillet 1831, et dans ceux de janvier et février 1832. Le baromètre étalon de la Société a été observé environ 16 à 18 heures chaque jour, pendant une période de 75 jours, et pendant 30 jours à chacune des 24 heures. Le baromètre à eau a été observé à chaque heure, nuit et jour, pendant 15 jours, concurremment

avec le baromètre de montagne. Les niveaux relatifs des surfaces des liquides, dans les cuvettes de chacun de ces baromètres, avaient été déterminés avec soin par M. Bevan. Les résultats les plus frappans de ces observations, sont représentés par le moyen de courbes tracées sur quatre dessins qui accompagnent le mémoire. Les variations respectives, à partir de chaque moyenne générale, sont rapportées, d'après une échelle donnée, à la ligne moyenne, et les points atteints par ces variations, à chaque heure successive, sont liés entr'eux par des lignes droites; les variations barométriques et thermométriques étant les unes et les autres rapportées à la même échelle, montrent la connexité remarquable qui existe entr'elles. La comparaison des mouvemens simultanés des trois baromètres, montre l'accord général de leurs variations moyennes; on voit que les mouvemens moyens du baromètre à eau précèdent d'environ une heure ceux du baromètre étalon, et que ceux de ce dernier précèdent d'un même intervalle de temps ceux du baromètre de montagne. L'auteur termine son mémoire, en indiquant plusieurs objets qu'il a en vue dans les recherches dans lesquelles il est actuellement engagé. (*Philos. Magaz.* Nov. 1832).



ERRATA pour le Cahier d'avril.

Page 346, lig. 10. La longueur de l'angle *lisez* la longueur de l'axe.

Mois de la 1.e Saison.	Saison 1.e
1.er Thoth.	
4.me Choeac.	
Mois de la 2.e Saison.	Saison 2.e
1.er Tybi	
4.me Pharmuthi	
Mois de la 3.e Saison.	Saison 3.e
1.er Pachon?	
4.me Mesore	

Sc. et Arts. Ma.

.TIONS MI

5,91 mètres, soi

s, soit 3°,49', à

MAI 1833.

ÈTRE m. 3 h.	PLUIE ou NEIGE en 24 h.
degrés.	
68	pl. 1,84 li
53	——
55	——
58	——
62	——
63	——
73	——
60	——
60	——
54	——
59	——
57	——
59	——
71	——
74	——
58	——
57	——
74	——
59	——
73	——
67	——
68	——
73	——
77	——
71	1,29
83	——
73	——
61	——
49	——
55	——
67	——
64,23	Eau 3,13

ue celles qu'on fait à GENÈVE.

CIEL.

	3h ap.m.
	brouil.
	neige
	neige
.a.	sol. nua.
	neige
	serein
	neige
	brouil.
a.	neige
a.	sol. nua.
a.	couvert
	neige
	neige
a.	brouil.
a.	sol. nua.
	sol. nua.
a.	neige
	neige
a.	sol. nua.
a.	serein
	serein
	sol. nua.
	serein
	serein
	neige
	sol. nua.
a.	sol. nua.
a.	sol. nua.
	neige
	brouil.



MINÉRALOGIE.

SUR LES SILICATES EN GÉNÉRAL, ET EN PARTICULIER SUR LES SILICATES NON ALUMINEUX, A BASE DE CHAUX ET DE MAGNÉSIE; par M. MARCEL DE SERRES.

(*Second et dernier article. Voyez page 19 du Cahier précédent.*)

DEUXIÈME SÉRIE. — *Silicates non-alumineux, à base de silicate de chaux.*

SUBSTANCES GRAMMITEUSES (1).

I. Silicates de chaux simples.

Les minéraux qui rentrent dans cet ordre de composés, sont plus compliqués que ceux qui ont pour base le silicate de magnésie. Cette plus grande complication tient à ce que souvent un second silicate, soit celui de magnésie, soit celui de fer, s'est ajouté au silicate de chaux. Les silicates qui ont la chaux pour base, sont tous anhydres, tandis que

(1) Nous nommons ces groupes, substances *grammiteuses*, parce que la wollastonite, qui en est le type, a été nommée *grammite* par plusieurs minéralogistes.

la plupart de ceux qui ont pour base la magnésie, sont au contraire hydratés. Cette différence est trop frappante pour ne pas tenir à quelques particularités de la chaux ou de la magnésie. Ce qu'il y a de certain, c'est que jusqu'à présent l'hydrate de chaux n'a pas été trouvé dans la nature, tandis que l'hydrate de magnésie a été découvert dans plusieurs gisemens.

Les silicates qui ont pour base la chaux, sont tous simples ou multiples : les premiers sont réduits à deux, l'edelforse et la wollastonite; ils sont le type de l'amphibole et du pyroxène, qui, avec ces deux corps, ne sont que des variétés d'une seule et même espèce, comme le prouvera la comparaison de leur composition, de leur propriétés et de leur gisement. On sait en effet que l'edelforse et la wollastonite se trouvent ensemble dans les mêmes gisemens, et comme l'on pourrait le présumer d'après leur composition, dans une gangue calcaire, accompagnée par fois de trémolite ou d'amphibole blanc. Aussi ces substances, qui ne diffèrent entr'elles que par les rapports de la chaux et de la silice, ont-elles été nommées par différens observateurs, wollastonite, nom commun qui indique l'identité qu'ils ont supposée entre l'edelforse et la wollastonite ou tafelspath.

Il est remarquable que les rapports de la chaux et de la magnésie soient les mêmes dans l'edelforse que dans l'amphibole, tandis qu'il y a identité entre ceux qui existent entre la wollastonite et le pyroxène, comme nous le prouverons plus tard. Si la diversité de ces rapports n'empêche pas de considérer le pyroxène et l'amphibole comme des variétés d'une même espèce, il en résulte qu'il doit

en être de même de l'edelforse et de la wollastonite ; les caractères physiques confirment l'identité des deux rapports. En effet, ces deux substances blanches, grisâtres ou jaunâtres, présentent souvent un éclat nacré. Leur pesanteur spécifique varie entre 2,58 et 2,86. Toutes les deux rayent le verre et se fondent, au chalumeau, en verre blanc. Ni l'une ni l'autre ne donnent de l'eau par la calcination. Leurs solutions précipitent abondamment par l'oxalate d'ammoniaque, et non par les autres réactifs. Enfin elles paraissent cristalliser toutes deux en prisme rhomboïdal.

La formule de l'edelforse se rapporte à un trisilicate de chaux $\dot{Cl}\,\dddot{Si}$, tandis que celle de la wollastonite indique un bisilicate de la même base, ou $\dot{Cl}^3\,\dddot{Si}^2$; ce qui nous montre que, dans la wollastonite, l'élément de chaux se trouve en plus grande abondance, ce qui paraît tenir au gisement de cette substance, lequel est dans les roches calcaires. L'edelforse se trouve bien aussi dans les mêmes gisemens, mais plus rarement. Ces formules s'accordent donc, ainsi que nous l'avions dit, la première avec celle de l'amphibole, comme la seconde avec celle du pyroxène.

Types généraux des silicates de chaux simples.

1° *Grammite edelforse.* — $\dot{Cl}\,\dddot{Si}$. Trisilicate de chaux, type de l'amphibole.

2° *Grammite wollastonite.* — $\dot{Cl}^3\,\dddot{Si}^2$. Bisilicate de chaux, type du pyroxène.

II. Silicates de chaux multiples.

Les silicates de chaux multiples résultent de l'association de deux silicates, dont l'un est constant et l'autre variable. Le premier est celui de chaux, et le second celui de magnésie, ou de protoxide de fer. Le grenat mélanite ne peut être rangé parmi les silicates de chaux chargés de silicate de fer, quoique la formule soit $\dddot{F}2\ \dddot{Si} + \dot{Cl}^3\ \dddot{Si}$, parce que le fer y est à l'état de peroxide, et non à l'état de protoxide. Aussi ce métal y remplace l'alumine qui est la base des grenats, ayant le même nombre d'atomes élémentaires, c'est-à-dire, deux atomes de base contre trois atomes d'oxigène, et par suite le grenat mélanite doit être rangé parmi les silicates alumineux, quoiqu'il ne renferme pas un atome d'alumine. Mais l'absence de l'alumine s'explique très-bien par la présence du peroxide de fer, fourni au grenat mélanite par la gangue dans laquelle il se trouve. Si cette variété offre de la chaux pour base d'un de ses composés binaires variables, elle le doit à sa position au milieu des roches calcaires. Le silicate de protoxide de fer s'est transformé en silicate de chaux, où l'oxigène de la base est égal à l'oxigène de la silice, ce qui arrive souvent chez les silicates alumineux multiples. Ces rapports sont trop caractéristiques pour placer la mélanite ailleurs que parmi les silicates alumineux. L'on jugera aisément d'après ces faits, que, lorsqu'on étudie la composition d'un corps, il est nécessaire, pour s'en former une idée précise, de reconnaître dans cette composition, le composé ternaire essentiel dans la combinaison.

Ainsi, pour ne pas sortir de l'espèce grenat que nous avons choisie pour exemple, ce que sa composition a d'essentiel, c'est d'être le résultat de l'association d'un premier silicate, dont la base a trois atomes d'oxigène, qui se réunit à un autre silicate, dont la base n'offre qu'un atome d'oxigène, avec cette particularité que l'oxigène de la silice est, dans le premier composé, égal à celui de la base.

La première des bases est ici essentiellement l'alumine; mais elle peut être, comme elle l'est dans les grenats noirs, le peroxide de fer, parce que, dans cette substitution, les rapports entre les atomes élémentaires ne changent pas. Elle pourrait être également la glucine, et le corps n'en serait pas moins un grenat, s'il conservait les autres conditions que nous avons énumérées; car tous les grenats, quelle que soit la diversité de leur base, se ressemblent par l'ensemble de leurs propriétés. Quant au second composé binaire, moins essentiel et moins influent dans la combinaison, que le premier, c'est un silicate de chaux, de protoxide de fer ou de magnésie, qui ne conserve de commun que l'égalité de rapport de l'oxigène entre la base et la silice.

Ainsi la composition des grenats peut être exprimée par

$$(\dddot{C}l_2\ \dddot{F}_2)\ \dddot{S}i + (\dot{C}l^3\ \dot{F}^3\ \dot{M}g^3)\ \dddot{S}i;$$

ce que l'on peut traduire par la formule plus simple

$$\dddot{R}_2\ \dddot{S}i + \dot{R}^3\ \dddot{S}i.$$

Si le type des silicates de chaux simples est la grammite edelforse, le type des silicates de chaux multiples, paraît être l'*amphibole*, duquel dérivent,

1° Le *pyroxène*;



2° La *babingtonite;*
3° La *humboldtilite;*
4° Le *pyrodmalite;*
5° L'*hypersthène;*
6° La *bustamite.*

Il importe de démontrer que l'amphibole et le pyroxène doivent être réunis dans la même espèce, quoiqu'ils aient été considérés, jusqu'à présent, comme des espèces d'autant plus distinctes que leurs formes cristallines semblaient incompatibles dans un même système de structure.

Nous verrons ensuite si l'on ne peut pas également réunir à l'amphibole les autres substances que nous venons d'énumérer.

Le *pyroxène* et l'amphibole ont une analogie de composition réellement remarquable.

L'un et l'autre sont en effet des silicates multiples à base de chaux et de magnésie; cette dernière seule variable, y est souvent remplacée par le protoxide de fer. Lorsque ce corps se substitue à la magnésie, l'amphibole et le pyroxène passent au noir ou au vert foncé, en même temps que leur gisement est au milieu des roches chargées de fer.

Ils sont donc la réunion d'un atome d'oxigène avec deux silicates à base de chaux, de magnésie ou de protoxide de fer, qui entrent chacun pour un atome dans le composé.

L'amphibole et le pyroxène ne diffèrent entr'eux que parce que, dans le silicate de chaux qui est le composé constant dans la combinaison, les rapports ne restent pas

les mêmes entre la chaux et la silice. Le premier est constamment un trisilicate de chaux uni à un bisilicate de magnésie ou de protoxide de fer, tandis que le second est un bisilicate de chaux uni à un bisilicate de magnésie et de protoxide de fer.

Pour mieux rendre sensible cette différence de composition, nous allons l'exprimer en formule, en la rapprochant de celles qui se rapportent à leurs types fondamentaux.

SUBSTANCES GRAMMITEUSES.

1° Grammite edelforse,

$\dot{C}l\ \dddot{S}i$

Amphibole blanc, ou trémolite,

$\dot{C}l\ \dddot{S}i + \dot{M}g^3\dddot{S}i^2$

Amphibole noir ou vert.

$\dot{C}l\ \dddot{S}i + \dot{F}^3\dddot{S}i^2$

Les différences qui existent entre les rapports de la chaux et de la silice, expliquent très-bien celles que l'on observe dans la fusibilité de ces diverses substances. Ainsi l'amphibole est plus dur que le pyroxène, et l'excès de silice qu'il renferme, relativement à la chaux, le rend également plus facile à fondre.

Mais pour rendre l'identité des deux substances sensible, comparons-les sous les rapports de leurs principaux caractères.

1° Grammite wollastonite.

$\dot{C}l^3\dddot{S}i^2$

Pyroxène diopside.

$\dot{C}l^3\dddot{S}i^2 + \dot{M}g^3\dddot{S}i^2$

Pyroxène noir ou vert.

$\dot{C}l^3\dddot{S}i^2 + \dot{F}^3\dddot{S}i^2$

AMPHIBOLE. PYROXÈNE.

Première variété.

Silicates multiples à base de chaux et de magnésie comprenant,

La trémoltie, la grammatite, l'asbeste et l'amianthe, du moins en partie.

La diopside, le pyroxène blanc, l'allalite, la mussite, la sahlite, la fassaite, la baikalite, la malakolite, la maclurite et le pyrgome.

Pour simplifier nous nommerons ces variétés,

1° AMPHIBOLE TRÉMOLITE. 2° PYROXÈNE DIOPSIDE.

Caractères physiques.

Amphibole trémolite.

Substance blanche ou verdâtre, peu colorée.

Pes. sp. 2,9 à 3,15.

Dureté.—Rayant difficilement le verre, donnant avec peine des étincelles par le choc du briquet, même dans les variétés les plus dures; rayé par le quartz.

Tissu. — Ordinairement très-lamelleux, ou très-fibreux, accompagné d'un vif éclat qui tire sur le nacré.

Pyroxène diopside.

Substance blanche ou verdâtre, le plus souvent colorée.

Pes. sp. 3,25 à 3,34.

Dureté.—Rayant difficilement le verre, rayé par le quartz.

Tissu. — Le plus souvent granulaire ou composé de fibres prismatiques plus ou moins déliées. Eclat presque toujours plus terne et moins soyeux que dans l'amphibole.

Caractères chimiques.

Difficilement attaquable par les acides.

Également à peu près inattaquable par les acides.

Fusible au chalumeau en verre blanc, tantôt translucide, tantôt opaque.

Solution. — Précipitant abondamment par l'oxalate d'ammoniaque, puis par le carbonate, peu ou point par l'hydrocyanate ferruginé de potasse.

Ne donne pas d'eau par la calcination.

Fusible au chalumeau en verre incolore ou presque incolore.

Solution. — Mêmes caractères que celle de l'amphibole.

Comme l'amphibole, le pyroxène ne manifeste aucune trace d'humidité par la chaleur.

Caractères cristallographiques.

Substances cristallisant dans le système prismatique rhomboïdal.

Substances cristallisant dans le système prismatique rhomboïdal.

Dans les mesures qui avaient été données, des cristaux d'amphibole et de pyroxène, on avait remarqué que les plus grands angles se rapportaient aux variétés dont les bases sont la chaux et la magnésie, et les plus petits, à celles dont les bases sont la chaux et le protoxide de fer.

Par suite de ces observations on avait été conduit à établir que les formes cristallines de l'amphibole et du pyroxène étaient incompatibles dans un même système de structure ; mais M. Rose a prouvé depuis, que loin que ces formes fussent incompatibles, elles dérivaient d'une même molécule intégrante.

AMPHIBOLE. PYROXÈNE.

Seconde variété.

Silicates multiples à base de chaux et protoxide de fer comprenant,

L'actinote, le schorl vert, la

L'augite, l'hedenbergite, le

strahlite, ou *strahlstein*, la rayonnante, certaines variétés d'asbeste, la bissolite, l'hornblende, la pargassite, la carinthine, la kératophyllite.

pyroxène noir, l'enchisiderite, le vulcanit, la basaltine, l'herzolite, le jeffersonite.

Pour simplifier nous nommerons ces variétés,

1° AMPHIBOLE ACTINOTE.

2° PIROXÈNE AUGITE.

Caractères physiques.

Substance d'un vert plus ou moins intense, passant quelquefois au noir, à poussière verte ou brune.

Pes. sp. 3 à 3,35.

Dureté. — Rayant le verre et le feldspath.

Tissu.—Le plus ordinairement fibreux, ou très-sensiblement lamellaire, comme par exemple dans la variété nommée hornblende.

Éclat vif, souvent vitreux et parfois soyeux.

Magnétisme. — Les variétés d'un noir, ou d'un vert foncé, agissent sur l'aiguille aimantée et ont

Substance verte tirant, plus ou moins, sur le noir, et passant souvent à cette nuance, surtout dans les variétés qui accompagnent les laves, ou les basaltes. Il en est de même pour l'amphibole.

Poussière verte ou brune, quelquefois noire ou rouge.

Pes. sp. 3,30 3,35.

Dureté.—Rayant difficilement le verre.

Tissu.—Le plus ordinairement fibreux, quelquefois granulaire, et rarement lamellaire. Les lames des pyroxènes amorphes sont généralement moins étendues que celles de l'amphibole.

Éclat terne dans les variétés noirâtres, et ne prenant quelque brillant que dans les variétés verdâtres.

Magnétisme. — Difficile à manifester dans la plupart des variétés; n'est bien sensible que dans

même parfois des pôles distincts.

Réfraction double, mais difficile à observer dans la plupart des cristaux, probablement par ce qu'il en est peu d'aussi transparens que ceux du pyroxène.

l'hedenbergite.

Réfraction double à un très-haut degré.

Caractères chimiques.

Ne donnant pas d'eau par la calcination.

Fusible au chalumeau en verre brunâtre ou noir.

Difficilement attaquable par les acides. Solution précipitant par l'oxalate d'ammoniaque, et toujours fortement par l'hydrocyanate ferruginé de potasse.

Les caractères chimiques du pyroxène augite sont les mêmes que ceux de l'amphibole actinote.

Les solutions de l'augite donnent les réactions de la chaux et de l'oxide de fer, comme celles de l'amphibole composé des mêmes bases, mais peu ou point les réactions de la magnésie, si ce n'est lorsqu'il est mélangé de diopside, et il en est de même de l'actinote mêlée de trémolite.

Composition.

$\dot{Cl}\dddot{Si} + \dot{F}^3\dddot{Si}^2$

Trisilicate de chaux, plus bisilicate de fer.

$\dot{Cl}^3\dddot{Si}^2 + \dot{F}^3\dddot{Si}^2$

Bisilicate de chaux, bisilicate de fer.

Caractères cristallographiques.

Les cristaux des amphiboles à base de chaux et de fer, peuvent être, comme ceux à base de magnésie, ramenés au système prismatique rhomboïdal.

Les uns et les autres ne diffèrent entr'eux que par la valeur de leurs angles, ainsi que nous l'avons déjà observé.

Il en est du pyroxène comme de l'amphibole, relativement à ses caractères cristallographiques.

La conformité du gisement de l'amphibole et du pyroxène fait également présumer leur identité.

Ces deux substances se trouvent principalement dans les terrains primitifs et volcaniques, soit isolées, soit constituant des roches particulières.

Leurs cristaux, autres que ceux connus sous le nom d'augite et d'hornblende, sont fréquens au milieu des terrains primitifs. Le pyroxène en cristallisation confuse, y constitue à lui seul des masses assez considérables; il en est de même de l'amphibole. Cette substance entre aussi comme principe essentiel dans les syénites, les diorites, les éclogites, les hémithrènes et les amphibolites. Plusieurs de ces roches, triples ou doubles, ont également persisté pendant le dépôt des terrains intermédiaires.

Enfin, le pyroxène entre comme principe constituant essentiel dans les dolerites, et les basalmites, où abondent également les cristaux d'amphibole.

Les laves des volcans brûlans présentent également une grande quantité de pyroxène et d'amphibole; l'on y voit ces deux substances s'accompagner constamment comme dans les laves des volcans éteints, faits qui amènent à considérer l'amphibole et le pyroxène comme des variétés d'une même espèce. Il est encore un fait *géologique* qui semble confirmer le *rapprochement* de l'*amphibole* et du *pyroxène*. Lorsque les *diorites* (*grünstein*) se montrent dans les terrains d'épanchemens trappéens, on les voit passer par des nuances insensibles aux trappites et surtout aux dolerites. Or, si l'on examine quelle est la composition des diorites et des dolerites,

on les voit formés de deux espèces ; de ces deux espèces l'une est constante, le feldspath ; l'autre, seule variable, est tantôt l'*amphibole hornblende*, tantôt le *pyroxène augite*. Si donc l'on considère ces deux substances comme ne formant qu'une seule espèce, il est probable que, si les diorites deviennent des dolerites dans les lieux où les premières ont été fondues, postérieurement à leur solidification, l'amphibole, en perdant une partie de sa silice, est passé au pyroxène. De même, par une suite de l'élévation de la température, le feldspath sera devenu laminaire dans les dolerites, de compacte qu'il était dans les diorites. Du reste, les espèces minéralogiques, telles du moins qu'elles ont été conçues jusqu'à présent, n'ont peut-être rien de bien absolu, surtout les silicates.

Ainsi il n'est pas rare de voir des dolomies passer, par des nuances insensibles, à l'amphibole calcaréo-magnésien ou trémolite, de la formule $\dot{C}l\,\dddot{S}i + \dot{M}g^3\,\dddot{S}i^2$

Le double carbonate de chaux et de magnésie, en perdant son acide carbonique, se charge de silice, et celle-ci sature ensuite les deux bases, la chaux et la magnésie ; en sorte qu'au lieu d'un double carbonate, on n'a plus qu'un silicate multiple. On obtient artificiellement un résultat à peu près semblable en fondant du silicate de chaux avec du carbonate de soude. Il s'opère un échange d'acide par la fusion, et l'on obtient du silicate de soude et du carbonate de chaux, qui par l'action de la chaleur peut aussi se décomposer.

La transformation de la dolomie en amphibole calcaréo-magnésien, paraît s'être opérée très-fréquemment ; du moins voit-on ces deux espèces qui passent l'une dans

l'autre, s'accompagner le plus ordinairement, et l'on pourrait même dire presque constamment. On a remarqué depuis long-temps, que la plupart des dolomies des terrains de cristallisation sont accompagnées de trémolites. En effet, dans la plupart des gisemens où le carbonate de chaux s'est trouvé en contact avec des substances magnésiennes, par suite de l'action de la chaleur, il s'est chargé de magnésie et a passé à la dolomie (1). Aussi serait-il possible que certaines variétés de l'amphibole et de ses dérivés provinssent des silicates de magnésie simples, c'est-à-dire des substances talqueuses. On est tenté de le supposer, lorsqu'on suit les divers passages de l'amphibole des terrains magnésiens, au talc, à la stéatite, et à la marmolite. Ces passages sont si nombreux et si variés, que dans la plupart des cas il est difficile de dire où s'arrête l'amphibole et où commencent les substances talqueuses. Le passage de la première substance à la stéatite est moins sensible, peut-être par suite de l'eau de composition que retient cette dernière, tandis que l'amphibole n'en offre pas de traces.

Les silicates de chaux devenus constans et essentiels dans l'amphibole, tiennent peut-être la place des hydrates de magnésie qui font partie de la stéatite et de la marmolite. Depuis que l'on sait que le kaolin n'est qu'un

(1) M. de Buch est, de tous les observateurs, celui qui paraît avoir le mieux étudié ces faits, et les avoir suivis dans les conséquences qui en dérivent. Voyez ses mémoires sur la dolomie, insérés dans différens recueils, et particulièrement dans le *Bulletin des Sciences*, et les *Annales des Sciences Naturelles*, T. X et XVIII.



feldspath, qui a perdu, non-seulement sa potasse, mais encore une partie de sa silice, on doit moins s'étonner de ces transformations ou décompositions qui s'opèrent souvent, dans la nature, entre les espèces minérales les moins arrêtées et les moins absolues de celles formées d'après le principe de la nature inorganique. M. de Humboldt avait en quelque sorte pressenti l'identité de l'amphibole et du pyroxène, dès 1823; du moins avait-il insisté dans son *Essai sur le gisement des roches dans les deux hémisphères*, sur l'association remarquable de ces deux minéraux dans les diorites (*grünstein*) du revers méridional des Cordillières des Indes. Mais cette identité semble ne pouvoir plus être contestée depuis les observations que MM. Rose et Ehrenberg ont faites sur les cristaux très-nets d'ouralites. Ces cristaux offrent un noyau intérieur qui a la forme et le clivage du pyroxène, et leur surface extérieure la forme de cette substance. Cependant la zone qui avoisine cette même surface, présente, malgré cela, le clivage de l'amphibole. L'ouralite établirait donc, par ses formes et son mode de clivage, le passage du pyroxène à l'amphibole. Ainsi l'abaissement de la température, suivant qu'il a été plus ou moins rapide, a déterminé la formation d'une combinaison plutôt que de l'autre. La formation qui n'a pas eu lieu à une certaine époque du refroidissement, peut s'être présentée plus tard. C'est ce que l'on voit en effet clairement dans d'autres échantillons d'ouralites recueillis par M. de Humboldt. Ceux-ci renferment un noyau de pyroxène, qui, moins fusible, a cristallisé le premier, et lorsque la masse de sa roche conservait une température

moins élevée que celle nécessaire à la fusion de cette substance. Ce noyau est recouvert de lames cristallines dont le clivage est celui de l'amphibole, en sorte que l'ouralite nous montre trois formes cristallines appartenant au même genre, lesquelles peuvent se remplacer, et sont si loin de s'exclure qu'elles apparaissent quelquefois toutes les trois dans la même roche ou dans le même cristal.

Ces faits paraissent assez concluans pour faire considérer l'amphibole et le pyroxène comme des variétés d'une même espèce, variétés probablement produites par la diversité de la température sous l'influence de laquelle ces corps ont passé à l'état solide.

Mais en est-il de même de certains silicates rapprochés, par l'ensemble de leurs propriétés, de l'amphibole ou du pyroxène, lesquels ont été désignés sous les noms de *babingtonite*, d'*humboldtilite*, de *pyrodmalite*, et d'*hypersthène*? C'est ce qui nous reste à examiner.

La première de ces substances, la *babingtonite*, paraît avoir la plus grande analogie avec l'amphibole à base de chaux et de fer.

Sa couleur et son éclat sont les mêmes que dans l'amphibole noir; elle cristallise également en prisme rhomboidal et se fond au chalumeau en verre noirâtre. Sa dureté est à peu près la même; rayée par le quartz, elle raie le verre.

Quant à sa composition, elle semble le résultat de l'association d'un double silicate de chaux et de fer, auquel s'ajoutent des petites quantités de magnésie.

Le gisement de cette substance au milieu des masses

d'albite qui offrent aussi des cristaux d'amphibole, vient confirmer l'analogie qui semble exister entre la babingtonite et l'amphibole noir.

L'*humboldtilite*, substance qui n'est encore connue que par la description qu'en a donnée M Monticelli, paraît être une variété de l'amphibole trémolite dont elle a la dureté et certains caractères.

L'analyse qui en a été faite, conduit à la formule $\dot{C}l^3\,\dddot{S}i^2 + \dot{M}g\,\dddot{S}i$, qui annoncerait un bisilicate de chaux combiné à un trisilicate de magnésie. La trémolite est au contraire un trisilicate de chaux réuni à un bisilicate de magnésie; en sorte que dans l'humboldtilite, la silice est en quelque sorte déplacée, saturant plus complétement la magnésie que la chaux. Le nombre des atomes élémentaires des deux composés reste bien le même; mais les rapports entre le principe acidifiant et les bases qu'il sature ne sont plus semblables. Ces rapports sont du reste trop variables pour être spécifiques; aussi, sans nous prononcer positivement sur la place que cette substance doit occuper, nous la laisserons auprès de l'amphibole, jusqu'à ce que nous ayons pu nous en procurer des échantillons assez bien caractérisés pour résoudre cette question d'une manière définitive.

La *pyrodmalite* paraîtrait, d'après sa composition, se rapprocher du pyroxène augite; le protoxide de manganèse y a pris la place de la chaux; en sorte que la formule de cette substance est, $\dot{M}n^3\,\dddot{S}i^2 + \dot{F}^3\,\dddot{S}i^2$; celle du pyroxène noir ou vert est, $\dot{C}l^3\,\dddot{S}i^2 + \dot{F}^3\,\dddot{S}i^2$.

Ces deux composés sont donc toujours des bisilicates

à même nombre d'atomes élémentaires réunis ensemble, lesquels bisilicates entrent chacun pour un atome dans le composé.

En désignant par $\dot{R}$ le radical commun ou la base de ces substances, leur formule serait, $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{R}^3 \dddot{Si}^2$.

La place de l'*hypersthène* pourrait peut-être se trouver auprès du pyroxène diopside, d'après sa composition et l'ensemble de ses propriétés.

En effet, l'hypersthène est un bisilicate de fer plus un bisilicate de magnésie, en sorte que ce corps est composé des seconds bisilicates du diopside et de l'augite, le bisilicate de chaux ayant disparu et ayant été remplacé par l'un d'eux. Le bisilicate de fer peut avoir remplacé le bisilicate de chaux, ou bien le bisilicate de magnésie s'être substitué au bisilicate de chaux de l'augite. Pour se décider entre ces deux modes de substitution, il faut examiner avec laquelle de ces deux variétés de pyroxène, l'hypersthène a le plus de rapports.

Il paraît que l'hypersthène se rapproche davantage, par l'ensemble de ses caractères, de l'augite que du diopside: dès-lors l'on peut supposer que c'est plutôt le bisilicate de magnésie qui s'est substitué au bisilicate de chaux, que le bisilicate de fer. Alors au lieu d'exprimer la composition de l'hypersthène par la formule,

$$\dot{F}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2,$$

on ferait mieux de la retourner et de l'écrire,

$$\dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{F}^3 \dddot{Si}^2,$$

parce que de cette manière on saisit plus facilement, qu'au premier des composés ternaires du pyroxène augite, dont

la composition est, $\dot{C}l^3 \dddot{S}i^2 + \dot{F}^2 \dddot{S}i^2$, s'est substitué le silicate de magnésie, le second de ces composés étant resté fixe. L'ensemble des propriétés de l'hypersthène est à peu près le même que celui du pyroxène; aussi ces deux substances sont-elles souvent fort difficiles à distinguer par leurs caractères extérieurs. Leur pesanteur spécifique est la même; celle de l'hypersthène restant dans les limites de 3,38. La cristallisation de cette substance rentre dans un prisme rhomboïdal. L'hypersthène ne donne pas d'eau par la calcination, et se fond, comme l'augite, au chalumeau en verre noir. Les acides ne l'attaquent point, et son aspect extérieur, comme sa structure, le rapprochent également beaucoup de certaines variétés de pyroxène noir. En résumé, l'hypersthène ne diffère du pyroxène diopside et augite, que parce qu'il n'a pas de bisilicate de chaux; il a de commun avec le diopside, le bisilicate de magnésie, et avec l'augite, le bisilicate de fer.

La *bustamite* paraît un bisilicate de chaux associé à un bisilicate de magnésie; ce qui la rapproche des doubles silicates dont nous nous occupons, et en particulier de la pyrodmalite et du pyroxène augite; cette substance est du reste très-peu connue; il n'en a été fait qu'une seule analyse qui semblerait donner la formule suivante, $\dot{C}l^3 \dddot{S}i^2 + \dot{M}n^3 \dddot{S}i^2$. Faute d'échantillons bien caractérisés, nous n'avons pas pu entreprendre quelques recherches propres à fixer d'une manière définitive le rang de la bustamite. Il paraît pourtant qu'elle doit se placer auprès du pyroxène augite, dont elle ne diffère que parce que le bisilicate de fer de l'augite a été remplacé par un

bisilicate de manganèse. Si on la considérait comme dépendant du pyrodmalite, ce serait le bisilicate de fer de celui-ci qui aurait été transformé en bisilicate de chaux.

Ces transformations, si fréquentes dans cet ordre de composés, nous indiquent comment et avec quelle facilité les silicates passent les uns dans les autres, et combien il est essentiel, pour les distribuer d'une manière rationnelle, de remonter jusqu'au type primitif dont ils dépendent et dont ils ne sont que des modifications.

RÉSUMÉ.

Les faits que nous venons de rapporter, auront peut-être prouvé que les combinaisons naturelles nommées silicates, n'avaient pas encore été étudiées sous leur véritable point de vue. Plus compliqués que tout autre genre de composés naturels, la composition des silicates n'a été ramenée à aucun principe simple, qui permette de bien saisir ce que l'on doit considérer comme espèce ou comme simple variété.

En effet, les définitions que l'on a données jusqu'à présent de l'espèce minéralogique, ont été si peu naturelles, que l'on doit attribuer à ce défaut cette foule de variétés introduites sans nécessité dans la science, comme des espèces distinctes. Le pyroxène et l'amphibole, qui, en définitive, ne sont que des wollastonites chargés de silicates de magnésie et de fer, ont à eux deux reçu plus de vingt noms différens, noms par lesquels on a voulu désigner autant d'espèces distinctes. Ces vingt espèces

n'en constituent cependant qu'une seule, à laquelle il faut réunir encore la trachylite de M. Breithaupt, substance décrite par nous, il y a plus de quinze ans, comme de l'amphibole fondu et passé à l'obsidienne (1).

Il n'est guère possible d'établir maintenant, d'une manière définitive, ce que l'on doit entendre par espèce en minéralogie ; mais pour y parvenir, pourquoi ne ferions-nous pas usage des principes qui guident les zoologistes et les botanistes dans la distribution des espèces organiques ? Les minéraux ne doivent pas en effet être distingués sous le seul rapport de leur composition. L'ensemble et la somme de leurs propriétés et de leurs caractères doivent entrer pour beaucoup dans leur distinction. Si l'on ne pouvait reconnaître les espèces minérales autrement que par leur analyse, il faut en convenir, la minéralogie ne constituerait pas une véritable science et rentrerait complétement dans la chimie inorganique, dont elle ne formerait pas même une division.

Sans doute, la connaissance de la composition est la plus importante pour des corps où la matière est bien plus essentielle que la forme et les propriétés qui en dérivent; mais dans ces matières diverses que l'analyse nous annonce faire partie de tel ou tel minéral, il en est presque toujours plusieurs dont on ne doit tenir aucun compte. Il est trop connu qu'il existe peu de minéraux à l'état de pureté dans la nature ; les mélanges et les associations d'espèces, causés, soit par les différences de gisement,

(1) *Mémoire pour servir à l'histoire des volcans éteints du midi de la France.*



soit par la variété des circonstances de la solidification, sont extrêmement nombreux. Cependant les moyens analytiques sont à peu près impuissans pour nous permettre d'apprécier ces mélanges et ces associations d'espèces. Les gangues dans lesquelles les minéraux se sont trouvés, ont dû exercer la plus grande influence sur leur composition, puisqu'elles ont fini dans certains cas par les changer presqu'en entier, tandis que, dans d'autres circonstances, ces changemens se sont opérés d'une manière si graduée, que l'on peut en suivre les périodes au moyen des passages que l'on observe dans divers échantillons pris dans différentes parties d'un même gisement. Ces gangues ont exercé une influence plus grande encore, lorsque les minéraux qui en étaient entourés, ont été fondus avec elles et postérieurement à leur première solidification. Ils s'en sont pour lors presque constamment chargés, et les modifications qu'ils en ont éprouvées, deviennent par fois si grandes qu'il est souvent difficile de reconnaître le type primitif et constitutif de l'espèce. Ces faits, et une foule d'autres que nous pourrions ajouter, annoncent, d'une part, que dans l'examen des corps qui entrent dans la composition des minéraux, il est essentiel de reconnaître l'influence des gangues, et de l'autre, qu'il faut avoir égard aux circonstances qui ont concouru à la solidification des espèces minérales.

La composition des minéraux n'a donc rien d'absolu, puisqu'elle a dépendu; 1° de la nature des gangues qui les ont entourés; 2° du mode de leur dissolution; 3° des changemens survenus dans la température au moment de leur solidification; 4° enfin des modifications dépen-

dant d'un changement quelconque survenu depuis leur première formation.

Sans convenir que la composition des minéraux n'avait rien d'absolu, si ce n'est relativement à celle de leur type primitif, la plupart des chimistes et des minéralogistes qui ont discuté les analyses chimiques, semblent en avoir comme forcément admis les conséquences, surtout depuis que, ramenant les composés exprimés en poids, au volume, on a traduit leur composition en formules. La plupart d'entr'eux ont en effet retranché de la composition tel ou tel corps, soit parce qu'il ne paraissait y être qu'à l'état de mélange ou accidentellement, soit parce qu'il n'était guère possible de faire rentrer ce corps dans les rapports simples sur lesquels les formules sont construites.

Dès-lors l'analyse seule ne peut nous permettre d'établir l'espèce minérale, puisque ces résultats ont besoin d'être contrôlés par d'autres caractères propres à nous faire saisir ce qu'ils ont de réel et de spécifique.

C'est aussi pour restreindre la valeur de la composition dans ses justes limites, que nous avons entrepris une série de travaux dirigés dans des vues toutes nouvelles, travaux dont nous soumettons une première ébauche à l'attention des chimistes et des minéralogistes. Les composés inorganiques, quelque compliqués que l'analyse nous les fasse supposer, ne sont probablement que des associations d'espèces, ou des composés multiples dérivés d'un composé ternaire, type primitif et essentiel autour duquel oscillent d'autres associations dérivant de la nature des gangues, ou d'une dissolution subséquente. Si cette manière de considérer les espèces est réellement

fondée sur la nature des choses, comme toutes les observations tendent à le démontrer, nous ne craignons pas de le dire, les espèces minéralogiques devront être considérablement réduites.

Les mêmes principes pourront peut-être s'appliquer aux corps simples eux-mêmes, car déjà bien des faits que nous ferons connaître plus tard, semblent annoncer que la potasse et la soude ne sont peut-être qu'un même corps solidifié sous l'influence de températures diverses; du moins des silicates à base de potasse paraissent passer à l'état de potasse, lorsqu'ils éprouvent un mode d'altération particulier, par suite d'une élévation de température, ou de toute autre cause de ce genre.

En attendant de pouvoir publier ces travaux, il nous paraît résulter des faits précédens, que l'espèce minéralogique, comme l'espèce organique, doit comprendre et réunir les corps qui ont entr'eux plus d'analogie qu'ils n'en ont avec tous les autres. Cette analogie semble assez se rencontrer dans les corps qui ont un radical commun, toujours fixe et composé des mêmes principes élémentaires, et qui paraissent, à cause de cette conformité, devoir rentrer dans la même espèce, dont ils ne sont peut-être que des modifications. Si les principes élémentaires qui composent ces corps, sont des bases et des acides, il pourra y avoir un, deux, trois atomes d'acide, contre un ou deux de base, et réciproquement, sans que pour cela l'espèce puisse être regardée comme changée.

Il n'en est pas de même, si une base à un atome d'oxigène vient à remplacer, dans une combinaison, une base à deux ou trois atomes, ou si un acide à des degrés d'oxi-

génation différens, entre dans un composé où existait auparavant un acide d'un tout autre degré. L'isomorphisme des bases ou des acides est donc le principe caractéristique le plus absolu des espèces, surtout de celle où la silice fait les fonctions d'acide, sorte de combinaison la plus variable et la plus étendue de toutes celles qui se sont produites dans le règne inorganique. Sous ce rapport, l'isomorphisme se lie à l'isomérie qui annonce une grande conformité entre les corps. Car deux corps ne peuvent avoir des poids atomiques égaux, sans qu'il s'en suive une foule de propriétés communes.

Il est évident que, dans les corps simples et les composés binaires, l'espèce ne présente nulle difficulté, puisqu'ils se distinguent les uns des autres aussi bien par leur composition que par l'ensemble de leurs propriétés. En effet, les premiers ne sont analogues à aucun autre, et les seconds ont une simplicité de composition telle qu'ils ne peuvent être assimilés à aucun genre de composés du même ordre.

Les composés ternaires et ceux d'un ordre plus élevé présentent seuls des difficultés réelles ; mais en les ramenant à un radical commun, on les rapproche, du moins fictivement, de la simplicité de composition des composés binaires.

C'est sur ces principes que l'on peut, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, établir ce que l'on doit entendre par espèce en minéralogie. Ces principes nous ont servi de guide dans l'essai de classification des silicates à base de chaux et de magnésie, que nous venons de développer ; et comme nous nous proposons de l'étendre à l'ensemble des silicates connus, nous verrons s'ils ont toute

la justesse et l'importance que nous leur supposons dans ce moment. Pour parvenir à des résultats certains, nous avons dû, dans un travail aussi étendu, nous aider des lumières d'un collaborateur habile, et nous les avons trouvées dans M. Bussière. Les travaux subséquens que nous publierons sur le sujet le plus obscur et le plus difficile de la minéralogie, seront donc le résultat de nos efforts communs.

Avant de terminer ce premier aperçu, qu'il nous soit permis d'indiquer la méthode que nous avons suivie dans le tracé de nos formules; nous le devons d'autant plus que la construction des formules chimiques a éprouvé les plus grandes variations, et que souvent les mêmes auteurs les ont modifiées d'un volume à l'autre, ce qui jette le lecteur dans une confusion et un embarras que nous avons dû chercher à lui éviter, soit pour le moment, soit pour l'avenir.

Nous désignerons d'abord les différens corps simples, par la lettre majuscule qui commence leur nom latin, en y ajoutant une consonne, lorsque plusieurs corps simples commencent par la même lettre; *Mg* désignera le magnésium, comme *Mn* le manganèse, et *K* la potasse; cette substance étant désignée en latin par le mot *Kalium*. Lorsque ces corps simples seront oxigénés, des points en nombre égal à celui des volumes d'oxigène existant dans la composition, seront placés au-dessus des lettres. Ainsi, $\dot{Mg}$ indiquera un volume de base, ou de magnesium, contre un volume d'oxigène, ce qui constitue la magnésie. Mais le corps oxigéné peut avoir plusieurs volumes de base réunis d'une manière constante à plusieurs volumes d'oxigène, comme l'alumine, par exemple; composition que

nous exprimerons en ajoutant des chiffres, que nous nommerons indices, à la base des lettres. La composition de l'alumine qui a deux atomes de base contre trois atomes d'oxigène sera donc exprimée en formule par $\dddot{A}l_2$. Nous avons préféré cette méthode à celle des barres proposée par M. Berzélius, parce que ces barres ne sont pas toujours apercevables dans les livres, ou rendent les lettres moins distinctes.

Les chiffres placés en haut et à droite des lettres indiquant le nom des bases, sont des exposans qui multiplient le corps représenté par la formule privée de cet exposant. Ainsi, $\dddot{A}l^2_2$ indique deux atomes du corps représenté par $\dddot{A}l_2$, c'est-à-dire, un corps composé de quatre atomes d'alumine sur six d'oxigène.

Les chiffres placés à la gauche des lettres et qu'on nomme coëfficiens, multiplient toute la formule jusqu'au signe plus. Ainsi, $3\dot{M}g\,\dddot{S}i + \dot{M}g.\,aq^2$ indique un corps formé de trois atomes de trisilicate de magnésie, et deux atomes d'eau.

Lorsque les exposans sont placés à la droite des lettres, et que ces lettres se trouvent entre deux parenthèses, ils multiplient uniquement les composés indiqués par ces lettres et qui sont entre les deux parenthèses.

La formule $\dot{C}l\ (Ch\,H^2) + 12\ aq$ indique un hydrochlorate de chaux, dans lequel l'acide hydrochlorique entre pour trois atomes, et la chaux pour un, ce qui indique un tri-hydrochlorate de chaux; mais comme après le signe + nous lisons 12 aq, il s'en suit que le composé entier est formé par un atome de tri-chlorate de chaux contre douze atomes d'eau.

L'eau revient si souvent dans les analyses des minéraux que l'on a cru nécessaire de la désigner par une formule particulière, au lieu de suivre les principes que nous avons fixés. D'après ces principes, la formule de l'eau devrait s'écrire $H2$ qui exprime deux volumes d'hydrogène ou de base contre un volume d'oxigène; tandis qu'on la désigne par les deux lettres *aq*, suivies ou précédées de chiffres qui indiquent la quantité en volume qui en existent dans la combinaison.

Enfin, lorsqu'un même corps offre plusieurs bases différentes nécessairement isomorphes, bases qu'on veut indiquer toutes dans la formule générale, on les place entre deux parenthèses, comme dans l'exemple suivant, $(\dot{C}l^3, \dot{M}g^3, \dot{F}^3,)\ \dddot{S}i^2$, qui se rapporte à un bisilicate de chaux, de magnésie ou de fer. Il serait sans doute plus simple, de faire comme dans le calcul ordinaire, de ne mettre qu'un seul exposant à la droite de la dernière lettre et en dehors des parenthèses, en séparant ces lettres entr'elles par des virgules; mais pour ne pas innover, nous nous conformerons à ce qui a été adopté à cet égard,

A l'aide de ces formules que l'on a nommées chimiques par opposition aux minéralogiques qui n'expriment pas le rapport des bases et de l'oxigène, on a tous les élémens du calcul, pour passer du volume au poids. Aussi est-il à désirer que l'on ne fasse plus usage des formules minéralogiques, afin d'éviter la confusion qui peut en résulter, lorsqu'on représente le même corps au moyen de deux formules différentes.

Pour mieux faire ressortir les conséquences de ce premier travail sur les silicates simples ou multiples à base

de chaux et de magnésie, nous en tracerons le tableau général.

TABLEAU de la composition des silicates de magnésie et de chaux, soit simples, soit multiples.

I Silicates de magnésie ou talc.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
1° Talc..........	$\dot{Mg}\dddot{Si}$	Trisilicate de magnésie.
2° Talc staétite....	$2\dot{Mg}\dddot{Si} + aq.$	Trisilicate de magnésie hydraté ; même gisement que le précédent.
3° Talc magnésite..	$\dot{Mg}\dddot{Si} + 2.\ aq.$	Trisilicate de magnésie renfermant quatre fois plus d'eau que la stéatite
4° Talc marmolite.	$\dot{Mg}^3\dddot{Si} + 3\ aq.$	Monosilicate de magnésie hydraté. L'excès d'eau et de magnésie de la marmolite sur les substances précédentes, paraît venir de la brucite, dont les gisemens lui sont communs.
5° Talc ollaire de Chiavenna	$\dot{Mg}^3\dddot{Si}$	Marmolite anhydre, qui a reçu de ses gangues du silicate de fer et du sous-silicate d'alumine.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
6° Talc serpentine.	$2\,\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 3\,\dot{Mg}.aq.$	Bisilicate de magnésie, avec hydrate de magnésie ; même remarque que pour la marmolite. L'excès d'eau et de magnésie lui vient de la brucite.
7° Talc picrosmine.	$3\,\dot{Mg}\dddot{Si} + \dot{Mg}\ aq.2$	Trisilicate de magnésie et bihydrate de magnésie, ou talc chargé de brucite.
8° Talc pyrallolite..	$\dot{Mg}\dddot{Si} + \dot{Mg}\ aq.2$	Cette substance ne diffère de la précédente, que parce qu'elle est encore plus chargée de brucite, ou de magnésie hydratée. Elle en contient en effet trois fois plus.
9° Talc pikrolite de Brattfor............	$\dot{Mg}\dddot{Si} + \dot{Mg}\ aq.2$	Cette substance paraît la même que la précédente. Elle renferme pourtant plus de fer, en sorte qu'elle fait comme le passage au diallage, à la bronzite et à l'anthophyllite, et ceux-ci au péridot.
10° Talc diallage..	$4\,\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 3\,\dot{Mg}\ aq.$	Le diallage peut être considéré comme une serpentine, dont l'excès d'hydrate de magnésie a été remplacé par un protoxide de fer et du silicate d'alumine dus sans doute à ses gangues.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
11° Talc bronzite de Styrie.	$12\,\dot{M}g\,\dddot{Si}+\dot{F}^3\,\dddot{Si}$	La bronzite est donc un trisilicate de magnésie et un monosilicate de fer, ou un talc chargé de ce dernier silicate. Ce silicate lui est probablement fourni, comme celui des espèces suivantes, par sa gangue.
12° Talc anthophyllite................	$2\,\dot{M}g^3\,\dddot{Si}+(\dot{F}^3\,\dot{C}l^3)\,\dddot{Si}^2$	L'anthophyllite est donc un bisilicate de magnésie, plus un bisilicate de fer, ou de chaux, mélangé d'un peu de silicate d'alumine. Cette substance, comme le diallage, serait donc une serpentine dont l'excès d'hydrate de magnésie a été remplacé par le silicate de protoxide de fer ou de chaux.
13° Talc péridot...	$\dot{M}g^3\,\dddot{Si}+\dot{F}^3\,\dddot{Si}$	Le péridot étant un monosilicate de magnésie et un monosilicate de fer, semble se rattacher à la marmolite. L'eau que contient cette substance a été ici remplacée par le silicate de fer.

II. Silicates de chaux.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
1° Gramm. edelforse	$\dot{Cl}\dddot{Si}$	Trisilicate de chaux.
2° Grammite trémolite................	$\dot{Cl}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$	Trisilicate de chaux et bisilicate de magnésie.
3° Grammite actinote................	$\dot{Cl}\dddot{Si} + \dot{F}^3\dddot{Si}^2$	Trisilic. de chaux et bisilicate de fer. Le protoxide de fer remplace la magnésie, et ce point de fait paraît d'autant plus certain, qu'il n'est presque point d'actinote pur, cette substance étant constamment mélangée de trémolite.
4° Grammite humboldtilite...........	$\dot{Cl}^3\dddot{Si}^2 + \dot{Mg}\dddot{Si}$	Cette substance qui est un bisilicate de chaux et un trisilicate de magnésie peut être considérée comme une trémolite dont la silice s'est déplacée. Elle nous présente en effet un trisilicate de magnésie, au lieu d'un bisilicate, et par suite un bisilicate de chaux, au lieu d'un trisilicate de la même base. On pourrait aussi, par rapport à cela, la rapprocher du pyroxène.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
5° Grammite wollastonite.	$\dot{Cl}^3 \dddot{Si}^2$	Le grammite wollastonite est un bisilicate de chaux; mais cette substance est ordinairement accompagnée d'edelforse et de trémolite, dont elle est plus ou moins mélangée.
6° Grammite diopside..	$\dot{Cl}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2$	Le diopside est un bisilicate de chaux et un bisilicate de magnésie.
7° Grammite augite.	$\dot{Cl}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{F}^3 \dddot{Si}^2$	Le grammite augite est un bisilicate de chaux et un bisilicate de fer, mêlé presque toujours de diopside, comme l'actinote l'est de trémolite.
8° Grammite hypersthène...............	$\dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{F}^3 \dddot{Si}^2$	Le grammite hypersthène est un bisilicate de magnésie et un bisilicate de fer. D'après cela, ce corps semble formé des secondes parties des formules du diopside et de l'augite, en sorte que, dans cette substance, comme dans la suivante, le silicate de chaux a entièrement disparu; ces corps n'en ont pas moins la plus grande analogie avec le pyroxène, dont il est souvent difficile de les distinguer.

NOMS DES CORPS.	FORMULES DE COMPOSITION.	OBSERVATIONS.
9° Grammite pyrodmalite	$\dot{Mn}^3\dddot{Si}^2+\dot{F}^3\dddot{Si}^2$	La pyrodmalite est un bisilicate de manganèse et un bisilicate de fer ; le manganèse y a remplacé la chaux de l'augite.
10°. Grammite bustamite.............	$\dot{Cl}^3\dddot{Si}^2+\dot{Mn}^2\dddot{Si}^2$	La bustamite est un bisilicate de chaux et un bisilicate de manganèse. Le bisilicate de fer de l'augite, y a été remplacé par un bisilicate de manganèse. Sous le rapport de leur composition, ces deux substances ne diffèrent donc que par cette substitution, substitution qui, comme toutes les autres, ne change en rien la proportion des atomes élémentaires, formant les deux composés ternaires.

Aussi, d'après ces faits, dont le tableau est une sorte de démonstration, la wollastonite, le diopside, l'augite, l'hypersthène, la pyrodmalite, la bustamite, peuvent être considérés comme n'étant qu'une même substance composée de bisilicate de chaux, de magnésie, de protoxide de fer, ou de manganèse, lesquels bisilicates se mélangent entr'eux de toute manière et en toutes proportions.

Leur formule générale sera donc :

$$(\dot{C}l^5\ \dot{M}g^3\ \dot{F}^5\ \dot{M}n)\ \dddot{S}i^2,$$

formule que l'on peut traduire par celle plus simple,

$$\dot{R}^3\ \dddot{S}i^2.$$

Les mélanges, dans cette hypothèse, sont beaucoup plus faciles à calculer, que lorsqu'on ne veut considérer ces corps que comme des sels doubles.

Cette observation nous amène à en faire une autre non moins essentielle pour l'intelligence de notre travail. Nous considérons un corps comme simple, lorsqu'on ne peut en retirer qu'une sorte de matière, et nous disons d'un composé qu'il est binaire, ternaire ou quaternaire, etc., selon qu'il renferme deux, trois, ou quatre élémens, ainsi de suite. Cette méthode semble préférable à celle qui a été adoptée par plusieurs chimistes et minéralogistes, lesquels ont distingué les composés binaires en plusieurs ordres, parce qu'ils y ont compris des combinaisons ternaires. Ainsi le sulfure de fer est pour eux, comme pour nous, un composé binaire, mais du premier ordre, tandis que le silicate de chaux, quoique composé de trois corps simples, est encore à leurs yeux un composé binaire, mais du second ordre. D'après notre définition, le silicate de chaux est, au contraire, un véritable composé ternaire, puisqu'il est formé de trois corps simples, association qui a lieu, comme dans tous les composés d'un ordre plus relevé, de manière à n'être, en résultat, que la réunion de deux composés binaires, la silice d'une part, et la chaux de l'autre. C'est dans ce sens que les expressions binaires et ternaires ont été employées dans le travail que l'on vient de lire; il est essentiel d'y faire attention, pour

bien saisir ce que nous avons dit des silicates, qui sont tous des composés ternaires, puisqu'ils résultent de la combinaison de l'oxigène avec une base et un acide.

CHIMIE.

SUR UN NOUVEAU MOYEN DE PRÉVENIR LA POURRITURE SÈCHE (*dry-rot*). (Extrait du *Quarterly Review*, avril 1833).

On vient de découvrir en Angleterre le moyen de prévenir une maladie fréquente dans les bois de construction, qui est connue sous le nom de *dry-rot* (pourriture sèche). Elle consiste dans une espèce de pourriture qui se propage peu à peu dans l'intérieur du bois, jusqu'à ce que la pièce entière en soit infectée, au point d'être rendue complétement inutile. Dans les chantiers les plus soignés, le constructeur s'aperçoit souvent que, tandis que la portion extérieure d'un tas de bois paraît en bon état, la partie intérieure, où l'air n'a pu circuler librement, se trouve être déjà en proie à cette funeste maladie. Elle se développe aussi plus tard dans les boisages de l'intérieur des maisons, et surtout dans les vaisseaux. C'est à l'effet de cette maladie qu'on attribue la courte durée des bâtimens de la marine anglaise, laquelle ne

dépasse pas en moyenne sept ou huit ans. Elle se manifeste aussi fréquemment sur terre, surtout dans les églises et dans les édifices publics. C'est ainsi qu'en Angleterre le palais royal de Kew, quoique d'une construction récente, a dû être démoli, parce que tous les boisages se sont trouvés être simultanément en proie à la pourriture sèche; et l'on rapporte que le château de Windsor lui-même n'est pas entièrement à l'abri de ce fléau destructeur.

Jusqu'ici les divers auteurs n'étaient pas d'accord, même sur les causes de cette maladie. Selon les uns, elle était due à la présence de petits champignons qui se développent dans le bois, toutes les fois qu'il se trouve exposé à une atmosphère humide; d'autres, en plus grand nombre, l'attribuaient à la putréfaction des sucs végétaux qui existent toujours dans l'intérieur du bois, même après que l'arbre a été abattu. Ceux qui professent cette dernière opinion, croient trouver un remède au mal, ou tout au moins en diminuer les effets, en débarrassant le bois des sucs qu'il renferme. Pour arriver à ce résultat, les uns recommandent un dessèchement complet par l'exposition des bois à des courans d'air et au vent; d'autres conseillent de dissoudre les sucs en exposant le bois pendant long-temps à l'action d'une eau courante; quelques-uns emploient dans ce but l'eau de mer; d'autres enfin ont conseillé de recouvrir la surface des bois de substances huileuses, pour prévenir l'action de l'air. Ces divers essais, il faut le reconnaître, n'ont pas été entièrement sans succès; néanmoins aucun d'eux ne paraît avoir réussi assez souvent pour inspirer quelque

confiance aux constructeurs. La découverte dont nous allons rendre compte, et qui paraît remplir complétement le but proposé, est due à M. Kyan, distillateur à Londres. Le principe sur lequel elle repose, exige quelque développement.

Dans les deux phénomènes les plus importans de la végétation, savoir, la *germination*, qui convertit la graine en une plante parfaite, et la *putréfaction*, qui convertit peu à peu un arbre privé de vie en une masse de pourriture, c'est le même principe qui paraît être mis en jeu. Dans le premier cas, c'est *l'albumine végétale* qui, en se combinant en diverses proportions avec des matières sucrées et mucilagineuses, convertit la graine en une plante ou en un arbre. Dans le second cas, c'est cette même albumine, qui continue toujours à exister sous une forme particuculière dans l'intérieur de l'arbre, et qui, lorsqu'il se trouve exposé à l'air et à l'humidité, reprend une sorte de force végétative. Cette espèce de végétation, ou peut-être, pour parler plus exactement, cette *fermentation*, tend à faire entrer l'albumine dans de nouvelles combinaisons, desquelles résulte peu à peu sa décomposition complète : c'est alors que le bois présente le phénomène de la pourriture sèche.

Si l'on admet que la pourriture sèche peut provenir des causes que nous venons d'indiquer, il est naturel de supposer que le meilleur moyen de prévenir cette maladie, serait de détruire la force vitale qui continuerait à exister, d'après M. Kyan, dans l'albumine végétale, et qui serait toujours prête à se développer, lorsque les circonstances sont favorables. C'est ce que croit avoir fait

M. Kyan par l'emploi du deutochlorure de mercure (sublimé corrosif). « Dans tout contre-poison, » dit notre auteur, « le vrai principe d'action réside dans l'affinité du contre-poison pour le poison avec lequel il se combine, et dont il neutralise les effets. Or, nous avons vu que, dans les corps animaux et végétaux, c'est l'albumine qui est l'élément principal de la vie, et qui devient plus tard la cause de la fermentation, ou putréfaction. Tout homme qui a étudié la médecine sait que, lorsqu'on s'est empoisonné avec du sublimé corrosif, le meilleur contre-poison est du blanc d'œuf. Dans ce cas, le blanc d'œuf, qui n'est autre chose que de l'albumine presque pure, se combine chimiquement avec le sublimé, et en neutralise les effets. Par la même raison, si vous exposez du bois à une solution de sublimé corrosif, ce poison pénétrera peu à peu, à travers l'aubier, dans le bois parfait, se combinera avec l'albumine qu'il y trouve, détruira la vitalité de cette substance, la *tuera*, si l'on peut s'exprimer ainsi, et la rendre dorénavant incapable de subir cette décomposition organique qui constitue la pourriture sèche. »

L'on voit ainsi que le procédé de M. Kyan consiste simplement à faire tremper le bois pendant un temps suffisant dans une solution de sublimé corrosif. L'auteur a trouvé que des tronçons de 216 pouces cubes de bois divers, tels que chêne, sapin, etc., sont capables d'absorber à peu près la même quantité du poison, savoir environ cinq onces; quantité assez minime pour que la dépense de l'opération soit peu considérable, eu égard à l'importance du résultat.

Les essais de M. Kyan ont été constamment répétés,

pendant une période de dix ans, dans l'un des établissemens publics de Woolwich. Le gouvernement anglais y a fait pratiquer une espèce de chambre souterraine, qu'il a fait remplir de bois à moitié décomposé, et dans un état de pourriture complète. Il a fait constater par des expériences répétées, que le bois le plus dur et le plus sec, qu'on introduit dans cette cavité, ne peut résister pendant une année à l'action des gaz et des vapeurs qui s'y développent; au bout de cette période il est toujours plus ou moins attaqué de pourriture. Pour constater l'efficacité de la découverte de M. Kyan, des poutres préparées d'après son procédé, ont été introduites dans cette redoutable cavité, et au bout de cinq ans elles en sont ressorties parfaitement saines; tandis que du bois de la même nature, mais non préparé, et qu'on avait introduit en même temps, parut, à sa sortie de la cavité, dans un état de décomposition déjà avancée. Des résultats analogues ont été obtenus en introduisant dans la chambre souterraine plusieurs pièces de toile, dont une portion seulement avait été imprégnée de la solution de sublimé corrosif. Ces dernières se sont trouvées dans un état de conservation parfaite au bout de cinq ans, tandis que celles qui n'avaient pas été préparées, étaient dans un état de pourriture complète, et tombaient en lambeaux dès qu'on les touchait.

En admettant l'efficacité du procédé de M. Kyan, il resterait encore à répondre à une objection grave, et de la solution de laquelle pourrait dépendre, en grande partie, l'utilité pratique de sa découverte; la voici. Pendant combien de temps le bois préparé d'après la méthode de

M. Kyan, conservera-t-il son pouvoir antiseptique? Ne pourra-t-il pas arriver, dans certain cas, surtout si le bois est fort exposé à l'humidité, comme dans le cas des navires, par exemple, que le sublimé se dégage peu à peu du corps végétal avec lequel il se trouve combiné? N'est-il pas alors à craindre que les vapeurs de ce poison, en viciant l'atmosphère de l'intérieur des bâtimens, ne deviennent une source de maladie pour ceux qui sont appelés à y séjourner? M. Faraday s'est chargé de résoudre cette question, et les expériences qu'il a déjà faites à ce sujet, sont de nature à nous faire espérer un résultat satisfaisant. Déjà M. Kyan avait émis l'opinion, qu'il se formait par la combinaison du suc végétal et du sublimé, un troisième composé possédant des propriétés distinctes de celles de ces deux corps. M. Faraday paraît avoir confirmé cette hypothèse en la soumettant à l'expérience, et il a trouvé que de la toile préparée d'après la méthode de M. Kyan, après avoir été lavée dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle ne donnât plus de sublimé à ce liquide, continuait cependant à dégager du mercure, si on la traitait avec l'acide nitrique étendu. Cette expérience établit, d'après le chimiste anglais, que la combinaison de l'albumine végétale et du sublimé donne naissance à un nouveau composé mercuriel, complétement insoluble dans l'eau, et incapable, au moins dans les circonstances ordinaires, de donner lieu à des exhalaisons nuisibles.

Les limites de cet article ne nous permettent pas de nous étendre davantage sur les conséquences de cette découverte, qui paraît avoir fixé à un haut degré l'attention des savans anglais. Déjà un architecte distingué, Sir Ro-

bert Smirke, a commencé à employer dans plusieurs constructions, du bois préparé d'après le procédé de M. Kyan. Nous saurons bientôt si les succès qu'il obtiendra, seront de nature à justifier les espérances de l'auteur de cette importante découverte.



PHYSIQUE.

ESQUISSE HISTORIQUE DES PRINCIPALES DÉCOUVERTES FAITES DANS L'ÉLECTRICITÉ DEPUIS QUELQUES ANNÉES; par le Prof. A. DE LA RIVE.

(*Quatrième et dern. article. Voyez p. 70 de ce volume.*)

---

b) Recherches relatives aux phénomènes que présente l'électricité dans son passage au travers des corps.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler, dans la première partie de cette esquisse, des effets remarquables que peut produire l'électricité dans les corps qu'elle traverse; nous avons particulièrement insisté sur les effets calorifiques, chimiques et physiologiques du courant électrique, dont la découverte suivit de près celle de la pile voltaïque. Dès lors, d'une part l'invention du galvanomètre multiplicateur, d'autre part l'examen plus attentif des phéno-

mènes électriques auquel les physiciens se sont livrés après la découverte d'OErsted, ont donné naissance à des résultats nouveaux et importans dans l'étude des effets de l'électricité. Il n'y a pas eu, il est vrai, de ces découvertes brillantes et inattendues, comme celle de la décomposition par la pile, de l'eau, des alcalis et des terres; mais la science s'est enrichie de quelques faits remarquables qui avaient jusqu'ici échappé à l'observation; on a examiné de plus près et plus en détail les circonstances qui accompagnent les phénomènes déjà connus, et on est parvenu à donner ainsi une explication de ces phénomènes un peu plus satisfaisante que celles dont on s'était contenté jusqu'alors. C'est de ce genre de travaux qu'il nous reste à rendre compte, pour achever l'exposé historique que nous nous sommes proposé d'esquisser.

Afin de mettre quelqu'ordre dans l'exposition des nombreuses recherches qui ont été faites sur ce sujet, nous commencerons par celles qui ont pour objet l'étude, soit des modifications que détermine dans le courant électrique l'influence des conducteurs qu'il traverse, soit des propriétés qu'acquièrent ces conducteurs par l'effet du passage du courant. Nous passerons ensuite successivement en revue les observations nouvelles qui ont été faites sur les effets chimiques, calorifiques, mécaniques et physiologiques, du courant électrique, en faisant ressortir les conséquences auxquelles ces observations ont conduit, sur la théorie de ces effets et de la cause qui les produit, et en insistant plus particulièrement sur les combinaisons et décompositions chimiques qu'on est parvenu à opérer au moyen de très-petites forces électriques.

10) *Influence exercée sur le courant électrique par les conducteurs qui le transmettent, et propriétés qui en résultent pour ces conducteurs.*

Avant la découverte de la pile, on savait déjà que les corps diffèrent entr'eux sous le rapport de la facilité plus ou moins grande avec laquelle ils peuvent transmettre le fluide électrique. Priestley avait même réussi à déterminer approximativement la conductibilité électrique, uniquement en faisant usage de l'électricité des machines ordinaires. Davy ayant pris des fils métalliques de nature différente, mais de même longueur et de même diamètre, avait essayé de comparer leurs pouvoirs conducteurs, en cherchant le nombre de paires d'une pile voltaïque que chacun d'eux séparément était capable de décharger. Pour s'assurer si un fil déchargeait entièrement une pile, il ajoutait aux extrémités de cette pile deux autres conducteurs qui plongeaient dans l'eau et la décomposaient, lorsque la décharge opérée par le fil conducteur n'était pas complète. C'est de la même manière que le savant anglais, en faisant usage de fils de même matière, mais de longueurs et de diamètres différens, avait trouvé que la conductibilité électrique d'un fil métallique suit un rapport inverse de sa longueur et est directement proportionnelle à sa masse.

M. Becquerel est parvenu plus tard à la même loi, par un procédé tout différent, et qui a sur celui de Davy l'avantage d'être plus sensible et complétement indépendant des variations d'énergie qui peuvent survenir dans

la pile voltaïque, pendant la durée d'une expérience (1). L'appareil dont il s'est servi pour déterminer les rapports de conductibilité, soit de fils de même nature, mais de longueurs et de diamètres différens, soit de fils de nature différente, mais de même longueur et de même diamètre, est un double galvanomètre, c'est-à-dire un galvanomètre formé de deux fils métalliques parfaitement semblables, recouverts de soie et enroulés ensemble autour du même cadre. La disposition des deux fils est telle que, lorsqu'ils sont traversés par des courans de même intensité, l'action de ces courans sur l'aiguille est égale et contraire, en sorte que celle-ci demeure en équilibre. Mais, pour peu que l'un des fils du galvanomètre transmette un courant un peu plus fort que l'autre, l'aiguille se meut, et le sens de sa déviation indique immédiatement quel est le courant le plus fort. C'est à l'aide de cet instrument que M. Becquerel est parvenu, en établissant la communication entre les deux pôles d'une pile, au moyen de deux conducteurs parallèles et aboutissant chacun à l'un des fils du galvanomètre, à déterminer toutes les circonstances qui peuvent influer sur le degré de conductibilité de ces conducteurs. Il a reconnu ainsi l'exactitude des lois annoncées par Davy, et a réussi à dresser une table des pouvoirs conducteurs relatifs des différens métaux, à la tête de laquelle sont le *cuivre*, *l'or* et *l'argent*.

Remarquons en passant que le double galvanomètre, dont l'idée appartient à M. Becquerel, est un instrument

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXXII, p. 420.

qui, par son exactitude et sa sensibilité, a été d'une grande utilité à la plupart des physiciens qui se sont occupés des recherches dont nous sommes appelés à rendre compte.

Les résultats obtenus par M. Becquerel ont été contestés par M. Pouillet, qui, dans son Traité de physique, nie l'exactitude de la loi de la conductibilité inverse de la longueur, et qui annonce avoir trouvé quelque différence dans l'ordre du pouvoir conducteur des métaux, tel que l'a établi M. Becquerel. Quant au premier point, il est fort possible que la loi, telle que l'ont énoncée Davy et Becquerel, ne soit pas vraie dans tous les cas, et en particulier pour toute espèce de courans et pour toute intensité de ces courans; quant au second, il paraîtrait que les plus légères différences dans l'état physique, comme dans la pureté chimique des métaux dont le pouvoir conducteur est très-rapproché, sont suffisantes pour changer l'ordre de leur conductibilité relative. M. Ritchie, en comparant, au moyen d'un galvanomètre de torsion, non pas simultanément, mais successivement, les pouvoirs conducteurs de fils métalliques et de solutions salines et acides, de différentes longueurs, n'est pas non plus arrivé à la loi de Davy et de Becquerel (1). Il lui a paru que la conductibilité suivait, dans sa diminution, une progression beaucoup moins rapide que celle que suit le conducteur dans son augmentation de longueur.

On n'a pas réussi jusqu'ici à trouver des rapports entre la conductibilité électrique des métaux et leurs autres propriétés, soit physiques, soit chimiques; il paraîtrait ce-

(1) *Bibl. Univ.* T. XLV, p. 113.

pendant que leur pouvoir conducteur pour le calorique est intimément lié avec leur pouvoir conducteur pour l'électricité; car ceux d'entr'eux qui conduisent le mieux l'un des agens, sont aussi les meilleurs conducteurs de l'autre. Mais pour pouvoir déduire de ce simple rapprochement un rapport exact et positif, il faudrait connaître la loi mathématique de la propagation de l'électricité dans les métaux, comme on la connaît maintenant pour le calorique.

Quelques tentatives ont été faites pour déterminer le pouvoir conducteur des liquides. M. Marianini a donné dans l'ouvrage que nous avons déjà cité plus haut, une table des principaux liquides rangés dans l'ordre de leur conductibilité électrique; mais, comme cette table est fondée sur le principe que les liquides les plus conducteurs sont ceux qui, placés entre les élémens d'un couple, donnent naissance au courant le plus fort, elle ne peut inspirer un grande confiance, car l'on sait que l'action chimique qu'exerce un liquide sur les métaux du couple, contribue encore plus que sa conductibilité, à l'énergie des courans.

Cependant, pris dans leur généralité, les résultats obtenus par M. M. s'accordent bien avec ceux qu'ont signalés plusieurs physiciens qui se sont occupés incidemment de ce sujet, et qui ont trouvé que les solutions acides et salines étaient les meilleurs conducteurs liquides de l'électricité.

Une circonstance importante, sur laquelle j'ai cherché, dans deux occasions, à attirer l'attention des physiciens, c'est l'influence de l'eau sur la conductibilité des liquides (1).

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXV, p. 160, et T. XL, p. 409; et *Bibl. Univ.* T. XL, p. 196.

Il avait été reconnu déjà par Gay-Lussac et Thénard, que l'eau pure et bien distillée est un conducteur très-imparfait du courant électrique; d'un autre côté je me suis assuré que sa présence est toujours nécessaire pour qu'un liquide non métallique puisse être conducteur; c'est ainsi que j'ai vu que le brome, l'acide sulfureux liquéfié, ne transmettent nullement l'électricité, même d'une très-forte pile, tandis que, mélangés avec de l'eau pure, ils deviennent d'excellens conducteurs; et alors l'eau est décomposée par le courant qui traverse la solution. L'acide sulfurique très-concentré est un conducteur très-imparfait; mélangé avec une certaine proportion d'eau, il devient un excellent conducteur. Un fait assez curieux que j'ai signalé, il n'y a pas long-temps (1), c'est que la proportion d'eau, de 70 à 50 pour cent en poids, qui donne à l'acide sulfurique le plus haut degré de conductibilité électrique, est la même que celle qui le rend le plus énergique dans son action sur les métaux oxidables, tels que le zinc et le fer, autant du moins qu'on peut en juger par la quantité de gaz qui est développée dans cette action.

Il paraîtrait que cet effet remarquable de la présence de l'eau, est dû à ce qu'elle facilite la décomposition chimique qui accompagne toujours, dans les liquides, la propagation du courant électrique, et qui est intimément liée avec elle. C'est probablement à la même cause que l'on peut attribuer l'influence singulière de la chaleur, qui, comme l'a remarqué M. Marianini, augmente la conduc-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLIII, p. 425; et *Bibl. Univ.* T. XLIII, p. 403.



é des liquides, tandis qu'au contraire elle diminue celle
iétaux. Son effet, sous ce dernier rapport qui avait
diqué par Davy, a été nouveau étudié par Erman,
e cas particulier d'un fil de platine rougi par la lampe
gistique (1). Ce physicien a trouvé que, lorsqu'on pré-
it successivement à un semblable fil les deux pôles
pile sèche, il paraissait conduire plus facilement l'é-
cité positive de bas en haut, et l'électricité négative de
en bas. Mais il est probable que cette singulière pro-
du platine incandescent tient plutôt, ainsi que M.
uerel l'a remarqué, à l'électricité développée dans la
iustion de la lampe aphlogistique, qui, tantôt s'ajoute à
qu'on présente au fil, tantôt au contraire la neutralise.
dois encore citer les observations de M. Rousseau
ertains conducteurs très-imparfaits, tels que les huiles,
la conductibilité a été éprouvée en les faisant servir
nsmettre l'électricité des piles sèches (2). M. Rous-
a trouvé de cette manière que l'huile d'olive possède
ouvoir conducteur très-inférieur à celui des autres
s, et qu'on peut découvrir facilement, d'après cette
riété, les plus faibles traces d'une huile qui aurait été
ngée par fraude à l'huile d'olive.

paraîtrait qu'il n'y a guère, parmi les corps solides, que
iétaux et le charbon qui puissent conduire le courant
rique; aussi la conductibilité électrique est-elle une
riété qui peut servir encore de moyen d'épreuve pour
nnaître immédiatement la métallicité d'une substance.

Ann. de Ch. et de Phys. T. XXIV, p. 278.
Ann. de Ch. et de Phys. T. XXV, p. 373.
ences et Arts. Juin 1833.

C'est ainsi que Wollaston est parvenu à démontrer que les petits cristaux de titane qu'on trouve dans les scories de fer, sont du titane métallique parfaitement pur. Pour s'assurer du pouvoir conducteur de ces petits cristaux, il employait un procédé aussi simple qu'ingénieux. Une plaque de zinc et une plaque de cuivre, séparées l'une de l'autre par un carton mouillé, étaient plongées dans l'eau acidulée; aucune action n'avait lieu sur la plaque de cuivre; mais aussitôt que l'on réunissait les deux plaques cuivre et zinc par un conducteur métallique, il y avait sur celle de cuivre un dégagement abondant de gaz hydrogène, dû à la décomposition de l'eau opérée par le courant électrique. Perçant le carton, et introduisant dans le trou le petit corps qu'il supposait métallique, de manière qu'il pût servir ainsi de conducteur entre la plaque de cuivre et celle de zinc, le Dr. Wollaston s'assurait si sa conjecture était fondée, en voyant s'il y avait dégagement de gaz hydrogène sur la plaque de cuivre. En faisant usage du même procédé, M. Macaire a trouvé (1) que divers mélanges, en proportions connues, de plomb et de soufre, obtenus par la fusion en vase clos, sont conducteurs tant qu'ils ne forment pas la véritable combinaison chimique, c'est-à-dire, le sulfure de plomb ou galène, laquelle ne conduit point l'électricité. Il en est de même des mélanges que l'on peut former avec l'étain et le soufre. M. Macaire paraît regarder ce procédé comme un moyen propre à faire distinguer les simples mélanges des véritables combinaisons chimiques;

(1) *Bibl. Univ.* T. XL, p. 146.

il serait ainsi, d'après ses propres expériences, disposé à affirmer que le cobalt gris de Tunaberg, composé, comme on sait, de cobalt, d'arsenic et de soufre, ne contient que des sulfures de ces métaux, et que les métaux des aérolithes, au contraire, quoiqu'on y trouve quelquefois du soufre et toujours de la silice, ne forment ni des sulfures ni des silicates, mais y sont dans leur état de métal.

Une circonstance qui influe singulièrement sur la facilité plus ou moins grande, avec laquelle des corps conducteurs transmettent le courant électrique, c'est leur homogénéité. Le seul fait que le courant est appelé à changer de conducteur, suffit pour lui faire perdre une portion notable de son intensité, abstraction faite du degré plus ou moins grand de conductibilité des deux conducteurs. Ritter avait déjà observé en 1807 (1), qu'un conducteur formé de plusieurs disques de cuivre et de coton mouillé, alternant les uns avec les autres, est très-imparfait, et qu'on peut le rendre beaucoup meilleur en diminuant le nombre des alternatives, et surtout en plaçant d'abord tous les disques de cuivre les uns contre les autres, puis à leur suite tous les disques de coton mouillé disposés de la même manière. Il avait aussi remarqué que, dans le cas où il y a une ou plusieurs alternatives, le courant est d'autant mieux transmis qu'il provient d'une pile plus forte, et il avait trouvé que la série des conducteurs alternativement métalliques et humides acquiert, quand ils ont servi à transmettre le courant, toutes les

(1) *Journal de Physique*, T. LVII, p. 471.

propriétés d'une véritable pile, mais qu'elle ne les possède que pendant quelques instans. Ainsi, de l'eau mise en communication avec les deux extrémités de cette série, était décomposée, des effets de tension et des phénomènes physiologiques étaient produits par cet arrangement que leur inventeur nomma *pile secondaire*. Un fait important qu'avait encore signalé Ritter, c'est que le pôle négatif secondaire se trouvait être à celle de ses extrémités qu'on avait mise en contact avec le pôle positif de la véritable pile, et le pôle positif à celle des extrémités qu'on avait fait communiquer avec le pôle négatif de la même pile.

Occupé à étudier la manière dont le courant électrique se propage dans les conducteurs liquides, je fus conduit, vers la fin de 1824, à des résultats du même genre que ceux qu'avait obtenus Ritter; mais l'emploi du galvanomètre multiplicateur me permit d'examiner avec plus de soin ce genre de phénomènes, et d'y ajouter quelques faits encore inconnus (1). Je m'assurai d'abord que le courant électrique qui s'établit entre les deux pôles que l'on plonge dans un liquide, s'y distribue sous forme de filets qui, divergeant des deux pôles, se disséminent dans toute l'étendue du liquide; la divergence me parut être d'autant plus grande que le liquide était moins bon conducteur. Je plaçai dans le liquide, de manière à le séparer en deux compartimens bien distincts, une lame de platine; le courant éprouvait une grande diminution d'intensité, par l'effet de la simple interposition de cette lame, sur les deux côtés

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVIII, p. 190.

laquelle on voyait apparaître des bulles de gaz dues décomposition du liquide qui était de l'eau acidulée. : seconde et une troisième lame de platine furent même placées dans le liquide, de manière à séparer ii-ci en plusieurs compartimens distincts. Plus il y en it, plus le courant appelé à les traverser toutes, éprou- de diminution; ainsi que l'indiquait un multiplica- : très-sensible placé sur la route. Mais cette diminu- ı même suivait certaines lois remarquables que je crois oir rappeler ici :

°) Quel que fût le nombre des plaques interposées, tensité du courant était diminuée dans une proportion ıtant moindre que ce courant était lui-même plus :nse.

:°) La proportion dont l'intensité d'un même courant ıinuait en traversant chacune des lames interposées, it d'autant moindre qu'il en avait traversé déjà un plus nd nombre, de sorte qu'il arrivait un moment où il prouvait plus de diminution sensible.

3°) L'intensité absolue du courant n'était pas la seule :onstance qui influât sur la proportion dont son inten- : diminuait par l'effet de son passage au travers d'une que métallique ; son origine, c'est-à-dire la nature la pile qui lui donnait naissance, exerçait une grande luence à cet égard, en ce sens que, plus le nombre ; élémens dont cette pile était composée était consi- rable, moins, à intensité égale, le courant éprouvait perte en changeant de conducteur.

L'analogie que les lois que je viens d'énoncer, semblaient ıblir entre la propagation de l'électricité et celle de la

lumière et du calorique, ne m'avait pas échappé, et elle m'avait suggéré quelques rapprochemens entre la nature de ces trois agens, sur lesquels il me semble inutile d'insister dans ce moment.

Trois ans environ après ce premier travail, je publiai quelques recherches nouvelles sur le même sujet, dans un mémoire qui avait pour objet l'analyse des circonstances qui déterminent le sens et l'intensité du courant électrique dans un élément voltaïque (1). Aux lois que j'avais déjà déterminées et que je vérifiai de nouveau à cette occasion, j'en ajoutai quelques autres. Je montrai que, quoiqu'en général l'étendue de la surface de contact du liquide et du métal favorisât beaucoup la transmission du courant électrique, son effet à cet égard était beaucoup plus grand, quand le courant était faible, que lorsqu'il était très-intense, en sorte qu'il était impossible d'établir un rapport constant entre l'étendue de la surface et l'énergie du courant transmis. Examinant ensuite l'influence de la nature relative des conducteurs solides et liquides sur la diminution d'intensité qu'éprouve le courant quand il est transmis des uns aux autres, je fus conduit à la loi suivante, que j'avais déjà entrevue dans mes précédentes recherches, savoir, que la transmission de l'électricité d'un métal à un liquide et réciproquement, est d'autant plus facile que le métal est plus attaquable par le liquide. Quant aux métaux qui, comme le platine, ne sont attaquables presque par aucun liquide, il y a néanmoins des différences dans la facilité avec laquelle ils trans-

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXXVII, p. 256.

ettent le courant, suivant la nature du liquide avec lequel sont en contact; différences qui semblent aussi dépene de l'intensité absolue du courant. L'absence de galvamètre comparable, et d'une unité bien déterminée dans mesure des courans électriques, m'a empêché jusqu'ici approfondir cette influence remarquable de l'intensité, i semble rendre impossible d'embrasser tous ces phémènes sous des lois générales.

J'avais signalé, à l'occasion de ces différens phénoènes, les conséquences nombreuses qu'on peut en tirer ur l'explication des propriétés et des effets des différntes espèces de piles. C'est ainsi que j'avais montré e, si un couple zinc et cuivre donne un courant plus rt qu'un couple zinc et platine, quoique, dans la théorie contact comme dans la théorie chimique, le contraire ive avoir lieu, cela tient à ce que le courant est plus cilement transmis dans le liquide, quand il sort du cuivre, ie quand il sort du platine. J'avais démontré de même que convenance de donner au cuivre une plus grande surce qu'au zinc dans la construction d'une pile, est encore ie conséquence de la facilité moins grande que le count éprouve à passer du cuivre que du zinc dans le liiide. Les propriétés des piles composées d'un grand mbre d'élémens, comparées à celles des piles qui n'en nferment qu'un petit nombre, mais dont les surfaces nt très-grandes, m'avaient aussi paru s'expliquer trèsen en tenant compte de l'influence qu'exerce sur un urant, son passage au travers d'un grand nombre de nducteurs alternativement solides et liquides; influence ii consiste surtout à le rendre susceptible de traverser

des conducteurs, ou combinaisons de conducteurs, peu perméables en général aux courans voltaïques. J'avais cherché, par ces explications et d'autres encore que je ne cite pas pour être plus bref, à montrer l'importance du rôle que joue, dans l'électricité, cette classe de phénomènes dont on ne s'était presque pas occupé jusqu'alors.

Un fait curieux, que j'avais indiqué à la fin du premier des mémoires dont je viens de parler, et que j'étudiai ensuite d'une manière plus spéciale (1), c'est la propriété qu'acquièrent les conducteurs métalliques qui ont servi à transmettre dans un liquide au courant électrique, de pouvoir en développer un, comme le feraient deux élémens d'un couple. Si, par exemple, deux fils de platine, après avoir transmis, pendant quatre à cinq minutes, le courant d'une pile au travers d'un liquide conducteur, sont transportés aux deux extrémités d'un galvanomètre, ils donnent naissance à un courant très-fort et qui dure quelques instans, au moment où on les plonge dans le même liquide, ou dans un autre qui soit conducteur comme le premier. Le sens du courant indique que le fil qui communiquait avec le pôle positif de la pile, est devenu négatif, et que celui qui communiquait avec le pôle négatif, est devenu positif. Après avoir cherché à analyser les circonstances diverses qui peuvent exercer quelqu'influence sur ces phénomènes, j'essayai d'en donner la théorie, en partant de l'hypothèse que, pendant qu'ils conduisent le

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXXVI, p. 33; et *Bibl. Univ.* T. XXXV, p. 92.

courant voltaïque, ces conducteurs se constituent dans un état électrique particulier qu'ils conservent ensuite lorsque le circuit est interrompu, et dont ils se déchargent en donnant naissance à un courant dirigé en sens contraire de celui qu'ils transmettaient d'abord. Enfin j'avais réussi, en faisant passer le courant au travers de plusieurs lames ou fils de platine, entre des compartimens remplis de liquide, à avoir un appareil tout-à-fait semblable aux piles secondaires de Ritter, et qui était capable, lorsqu'on réunissait ses extrémités par un conducteur, de produire tous les effets des piles voltaïques, mais toujours seulement pendant quelques instans.

M. Marianini, professeur de physique au lycée de Venise, s'était occupé du même sujet que moi, à peu près à la même époque. Il fit connaître le résultat de ses recherches dans un ouvrage spécial, imprimé à Venise en 1825, sous le titre de *Saggio di experience electrometriche*, etc., dont un extrait parut dans les *Annales de Chimie et de Physique*, à la fin de 1826 (1). Étudiant d'abord les circonstances qui peuvent influer sur l'énergie des appareils électromoteurs, il fut conduit à reconnaître l'influence des alternatives de conducteurs métalliques et de conducteurs liquides; il montra, en plaçant dans un liquide, sur la route d'un courant, des diaphragmes métalliques, que chacun de ces diaphragmes diminuait, d'une manière très-prononcée, l'intensité des courans; mais ne faisant usage dans ces expériences que d'un appareil vol-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIII, p. 113.

taïque très-faible, il ne put reconnaître quelques-unes des lois que j'avais découvertes.

La partie la plus intéressante de ce travail est celle qui a pour objet l'étude de la faculté électro-motrice relative des conducteurs solides, et des circonstances qui peuvent la modifier. Après avoir montré que l'oxidation augmente la tendance négative d'un métal, il examine l'influence des courans sur l'altération de la faculté électro-motrice des corps, et découvre qu'il suffit de faire passer d'un liquide dans un métal le plus faible courant, pour donner à celui-ci une polarité différente de celle qu'il possédait.

Il résulte de là que chacune des lames métalliques qui ont servi à former un couple, devient capable, lorsqu'elle est accouplée avec une plaque du même métal, de développer un courant électrique dans lequel elle possède une polarité contraire à celle dont elle était douée auparavant. Il paraît que la propriété dont il s'agit, s'acquiert d'autant plus vite que le liquide dans lequel on plonge l'élément voltaïque est plus conducteur, et qu'elle dure très-long-temps, surtout si l'on intercepte l'action de l'air sur le métal, et lors même que l'on a eu soin de bien essuyer la surface, au moment où on l'a retiré du liquide. Dans quelques cas la simple immersion d'un métal dans un liquide, est suffisante pour lui faire acquérir la propriété de devenir négatif ou positif, quand on le réunit, pour en former un couple, avec une plaque de même nature.

Indépendamment des nombreux détails qu'il a donnés sur ce sujet, dans le premier travail que nous venons de

ppeler, le savant physicien italien en a fait connaître us tard de nouveaux dans deux mémoires successifs. A la ite d'une analyse expérimentale des piles secondaires Ritter (1), il parvient à démontrer que le pouvoir ectromoteur que ces piles acquièrent, n'est pas produit r la difficulté qu'elles opposent au passage de l'électri- é, puisque, plus elles transmettent facilement le cou- nt, plus les effets électriques qu'elles deviennent ca- bles de développer, sont intenses, et que d'ailleurs la larité qui leur est donnée, est contraire à celle des pi- voltaïques avec lesquelles elles sont mises en commu- ation. Il montre de même que les propriétés des piles ondaires ne peuvent provenir de l'action électro- trice qu'exerceraient sur les diaphragmes métalliques, acides et les alcalis que le courant dépose sur leurs faces, en décomposant la solution saline interposée r'eux, car en retournant ou en changeant les couches nides, on n'altère pas la polarité des piles. C'est donc quement dans les altérations que le courant voltaïque duit dans les surfaces mêmes des disques métalliques se trouvent en contact avec les conducteurs humides, l'on peut trouver la véritable explication de tous les nomènes que présentent les piles de Ritter, et en par- lier du fait que les plaques lavées et essuyées con- ent encore, si on interpose entr'elles un autre liquide, ouvoir de donner naissance à un courant électrique. is un mémoire où il cherche à combattre la théorie nique des électromoteurs simples et composés, M. Ma-

) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVIII, p. 5.

rianini se livre à de nouvelles recherches, relativement à l'influence qu'exercent les courans sur l'altération de la faculté électromotrice relative des métaux (1). Ce n'est plus, comme dans ses premières expériences, un seul couple, mais bien un appareil voltaïque composé d'un grand nombre de couples, qu'il fait agir sur le métal dont il veut altérer ainsi la faculté électromotrice. Aussi parvient-il à développer dans des lames métalliques, une tension électrique de plus de cinq degrés, et à altérer tellement leur faculté électromotrice que de l'argent, du cuivre, du plomb, de l'étain, etc., peuvent devenir, étant successivement accouplés avec du zinc, les élémens positifs du couple. En un mot il réussit à rendre positifs, par rapport à tous les autres, les métaux ordinairement les plus négatifs, en les soumettant à l'action d'un fort courant dirigé de manière à pénétrer dans leur surface, en sortant du liquide dans lequel ils sont plongés. Une étude détaillée de l'influence que peut exercer sur l'altération de la faculté électromotrice des métaux, leur simple immersion dans un liquide, conduit notre auteur à présumer que ces altérations peuvent dépendre, soit des courans électriques partiels engendrés par les hétérogénéités que présentent les surfaces mêmes des métaux plongés dans les liquides, soit les modifications seules produites sur les métaux par l'action chimique que les liquides exercent sur eux.

Je voudrais pouvoir présenter l'analyse du travail de M. Marianini (2) relatif à l'influence qu'exerce sur la

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLV, p. 28.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVIII, p. 337.

perte de tension qu'éprouvent les appareils voltaïques fermés, l'altération qui résulte, dans la faculté électromorice de leurs élémens métalliques, de la circulation du ourant auquel ils donnent naissance; courant qui dans on passage tend à imprimer à chaque métal une polaté contraire à celle qu'il possède naturellement. J'aurais mé pouvoir suivre encore l'auteur dans les détails qu'il onne, soit sur l'influence de cette cause d'affaiblissement des piles voltaïques qui sont en action depuis un nps un peu long, soit sur la manière dont ces piles couvrent leur tension primitive, quand on suspend la mmunication entre leurs pôles. Mais je serais entraîné aucoup trop loin; je me vois donc forcé à me borner , comme ailleurs, à l'énoncé des points les plus imports de chaque nature de recherches.

Un fait du même genre que ceux dont nous nous étions upés, M. Marianini et moi, est celui que M. Vank découvrit et publia peu de temps après que nous ies fait connaître les résultats de nos expériences (1). y avait observé que l'on peut préserver une plaque cuivre de l'action chimique qu'exerce naturellement elle une solution saline, en la faisant communiquer illiquement avec un petit morceau de zinc, ou de plongé dans la même solution, de manière à former couple voltaïque avec elle. Il paraît que le courant rique que développe ce couple, suffit pour empêle cuivre qui en est l'élément négatif, d'être atta-

Bibl. Univ. T. XXXVII, p. 169; et *Ann. de Ch. et de Phys.* XVIII, p. 49.

qué par les agens chimiques. En étudiant ce fait important, M. Van-Beek remarqua que, si après avoir laissé durer pendant un intervalle de quelques jours, le contact qu'il avait établi entre le cuivre et le métal oxidable, il venait à l'interrompre, le cuivre ne continuait pas moins à être préservé de toute action chimique de la part du liquide, tandis qu'une autre plaque de cuivre, plongée dans le même liquide était promptement attaquée.

Encore un mot, avant de quitter ce sujet, sur quelques observations relatives à la transmission du courant électrique au travers de conducteurs hétérogènes.

M. Marianini, a observé que, si l'on réunit, au moyen d'une feuille métallique dont l'une des extrémités présente une surface plus étendue que l'autre, deux vases remplis de liquide et communiquant, l'un avec le pôle positif d'une pile, et l'autre avec le pôle négatif, le courant sera plus facilement transmis lorsque la grande surface de la feuille plongera dans le vase positif et la petite dans le vase négatif, que dans le cas inverse. J'avais cru (1) pouvoir expliquer ce fait, en l'attribuant à l'influence de l'oxidation qu'éprouvait la petite surface métallique plongée dans le vase négatif, oxidation qui facilitant la transmission du courant électrique, compensait ainsi le défaut d'étendue de cette surface. M. Marianini n'a pas admis cette explication, et a cherché, dans un mémoire rempli de faits intéressans, à démontrer que le phénomène dont il s'agit paraît être dû à une propriété particulière du courant électrique, que plusieurs causes concourent à déterminer, et

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIII, p. 138.

qui en établissant une analogie entre la propagation de la lumière et celle de l'électricité, semblerait plus favorable à l'hypothèse d'un seul fluide qu'à celle de deux fluides différens (1). De nouvelles expériences que je n'ai pas encore publiées, ne s'accordent pas complétement avec celles du savant italien, et ne me permettent pas par conséquent d'adopter ses conclusions. C'est un sujet de recherches qui exige encore un nouvel examen et qui me paraît digne en effet d'attirer l'attention des physiciens.

Le second point sur lequel je désire encore attirer l'attention, c'est que le phénomène de la diminution d'intensité qu'éprouve le courant électrique quand il change de conducteur, n'a pas lieu seulement quand les deux conducteurs sont très-dissemblables, comme un métal et un liquide; mais aussi quand ils sont très-semblables, comme deux métaux soudés l'un à la suite de l'autre, ou deux liquides en contact immédiat. Il est vrai que, dans ces cas et surtout dans le premier, il faut faire usage, pour apercevoir ces changemens d'intensité, de courans très-faibles, tels que des courans thermo-électriques; mais alors, ainsi que M. Becquerel et moi nous l'avons observé chacun de notre côté, la plus légère altération dans la continuité ou l'homogénéité du conducteur, suffit pour faire éprouver au courant électrique une diminution d'intensité tout-à-fait analogue à celle qu'éprouvent la lumière et le calorique, quand ils passent d'un milieu dans un autre. Un fait que j'ai remarqué

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. LI, p. 130.

et que j'ai signalé occasionnellement (1), c'est que, lorsque le courant est très-faible et que les deux conducteurs qu'il doit successivement traverser sont très-bons, tels que deux métaux, la perte qui résulte pour lui, de ce changement de conducteur, dépend de l'ordre suivant lequel il les traversera ; ainsi il éprouvera une diminution moindre en passant du cuivre au zinc, qu'en passant du zinc au cuivre; je suppose ici que l'on appelle toujours sens du courant celui du courant positif; car si l'on raisonne dans l'hypothèse des deux courans, on dira que le courant positif passe plus facilement du cuivre au zinc que du zinc au cuivre, et que c'est l'inverse pour le courant négatif.

Enfin une troisième et dernière série d'observations, que je tiens encore à citer, est celle à la suite de laquelle M. Bigeon, en étudiant l'influence qu'exercent sur l'intensité du courant, la distance, l'inclinaison, le degré de poli et l'étendue de la surface des lames métalliques qui le transmettent dans un liquide, est parvenu à des résultats, dont quelques-uns étaient déjà connus, et d'autres, en particulier ceux qui démontrent l'affaiblissement que détermine dans le courant l'inclinaison relative des lames, n'avaient point encore été obtenus (2).

Je termine ici les détails historiques dans lesquels je me proposais d'entrer, en ce qui concerne l'influence qu'exercent sur le courant électrique les conducteurs qui le

(1) *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, T. VI, p. 149.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLVI, p. 80.

transmettent. Je regrette toutes les omissions que j'ai été obligé de faire, pour ne pas trop m'étendre sur ce sujet; j'aurais voulu en particulier insister sur les propriétés que le courant acquiert en traversant certaines substances, et en vertu desquelles il devient capable d'en traverser d'autres plus facilement. Mais j'espère pouvoir incessamment donner, dans un mémoire spécial que je prépare, une exposition plus complète de cette classe de phénomènes, qui a encore à peine été étudiée, en essayant en même temps de la rattacher à une théorie plus générale et moins défectueuse que celle dont on la fait dépendre maintenant.

2°) *Observations nouvelles sur les effets du courant électrique, et conséquences théoriques qu'on en a tirées.*

Les effets que le courant électrique produit sur les corps qu'il traverse, ont été, depuis la découverte d'OErsted, examinés de plus près, soit dans les particularités qu'ils présentent, soit dans les causes qui peuvent influer sur leur intensité. Indépendamment des phénomènes chimiques, calorifiques, lumineux et physiologiques déjà connus, mais qu'on a de nouveau étudiés et variés, on a trouvé que l'électricité pouvait déterminer, en traversant les corps, des mouvemens d'une nature particulière, qui constituent ce que nous appellerons ses effets mécaniques. Essayons de donner une analyse abrégée, mais aussi complète que possible, de tous les travaux qui ont été faits sur ces différens points.

Dans un mémoire sur quelques-uns des phénomènes que présente l'électricité voltaïque dans son passage au

travers des conducteurs liquides (1), je m'étais principalement proposé d'étudier les circonstances qui accompagnent et qui facilitent les décompositions chimiques, afin d'apprécier jusqu'à quel point les explications qu'on avait voulu donner de ce phénomène étaient fondées. J'avais montré qu'on ne peut admettre la supposition que tout liquide conducteur placé entre les deux pôles d'une pile, se partage, comme Volta l'avait avancé, en deux portions douées d'un état électrique différent, et que les élémens dont les corps sont formés, ayant naturellement des électricités opposées, se séparent par l'effet des tensions électriques de ces deux portions, et tendent les uns et les autres à se rendre vers celui des deux pôles qui possède une électricité contraire à la leur. L'absence d'une tension appréciable dans le liquide, le fait que l'emploi d'un liquide bon conducteur, et en général tout ce qui peut contribuer à rendre le courant plus rapide et par conséquent à diminuer la tension des deux pôles, tend à augmenter la décomposition, m'avaient paru des circonstances plus que suffisantes pour faire rejeter l'explication que je viens de rappeler. Celle de Grotthus, qui consiste à admettre que, par l'effet du courant électrique, les particules du liquide interposé entre les deux pôles, éprouvent une suite de décompositions et de recompositions, desquelles il résulte que les seuls élémens qui soient définitivement séparés, sont ceux qui appartiennent aux particules extrêmes en contact avec les pôles, ne m'avait pas semblé non plus pouvoir être admise dans tous les cas.

(1) *Ann. de Phys. et de Chimie*, T. XXVIII, p. 190.

J'avais en particulier cherché à montrer qu'il était impossible de rendre compte, dans cette hypothèse, de la propriété que possède le courant, de transporter certaines substances au travers d'autres qui, malgré l'affinité chimique qu'elles ont pour les premières, ne les arrêtent point dans leur trajet.

Dans le but de trouver la véritable explication des décompositions chimiques que peut opérer l'électricité voltaïque, j'avais cherché à les étudier dans leurs détails. Je m'étais en particulier assuré que, dans le cas où le conducteur liquide interposé entre les deux pôles est homogène, comme dans celui où il est composé de plusieurs solutions différentes, contiguës et séparées les unes des autres seulement par des diaphragmes en vessie, qui empêchent leur mélange, sans arrêter le courant, les portions du liquide décomposé dont les élémens séparés sont transportés à l'un et l'autre pôles, sont immédiatement en contact avec ces pôles. Admettant que, lorsque les deux pôles d'une pile plongent dans un liquide, il s'établit deux courans, j'avais supposé que l'un d'eux, celui qui sort du pôle positif, s'empare, au moment où il sort de ce pôle, de l'hydrogène et des bases pour lesquelles il a une grande affinité, qu'il les transporte avec lui au travers du conducteur liquide et qu'il les dépose en entrant dans le pôle négatif, tandis que le courant qui sort du pôle négatif, s'empare de l'oxigène et des acides qu'il transporte de la même manière au pôle positif. L'oxigène et l'acide accumulés autour du pôle positif, proviennent, et de celui que le courant positif y a laissé quand il s'est emparé de l'hydrogène et des bases, et de celui qu'y a apporté le courant

négatif; de même pour l'hydrogène et les bases accumulées autour du pôle négatif. Chacun des courans rencontre-t-il sur sa route une substance qui ait plus d'affinité qu'il n'en a lui-même pour l'élément qu'il transporte, il l'abandonne, et il se forme un composé; ainsi le courant négatif ne peut transporter l'acide sulfurique au travers d'une solution de baryte; la baryte prend au courant l'acide sulfurique pour lequel elle a une grande affinité, et il se forme un sulfate de baryte; le courant positif ne peut transporter l'oxide d'argent au travers de l'acide hydrochlorique; il se forme du chlorure d'argent. Il résulte de cette manière d'expliquer les phénomènes, que l'intensité absolue des courans doit exercer une grande influence sur la faculté qu'ils peuvent avoir, de séparer et de transporter les élémens des corps; c'est au reste ce que l'expérience prouve. Je n'en citerai que deux exemples. Davy est parvenu, au moyen de la grande pile de l'Institution Royale, composée de 2000 paires, à décomposer et transporter presque toutes les substances, jusqu'à la matière même dont étaient composés les vases dont il se servait; tandis que M. Becquerel a montré que des courans très-faibles, tels que les courans thermo-électriques, ne peuvent transporter les substances au travers de liquides qui ont pour elles quelqu'affinité; ainsi, dans la décomposition d'un sulfate, l'oxigène seul était transporté; le courant n'était pas assez fort pour transporter l'acide sulfurique (1).

Il existe encore une circonstance qui peut obliger les courans à abandonner les élémens qu'ils transportent;

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIV, p. 162.

c'est lorsqu'ils rencontrent sur leur route un conducteur métallique interposé dans le liquide. Forcés de traverser ce conducteur et ne pouvant le traverser avec leur charge, ils abandonnent, en entrant dans le métal, les élémens qu'ils transportaient; mais ils en reprennent d'autres en sortant. On explique ainsi très-bien la formation de deux pôles opposés sur les deux faces d'une lame, ou au deux bouts d'un fil métallique, que l'on a interposés dans un conducteur liquide aux deux extrémités duquel plongent les deux pôles d'une pile.

Dans un travail postérieur de quatre années environ à celui dont je viens de parler, je m'occupai des effets calorifiques de la pile (1). Je parvins à démontrer que, dans un conducteur quelconque, soit métallique, soit liquide, hétérogène ou homogène, c'étaient toujours les portions où le courant éprouvait le plus de résistance, qui étaient le plus chauffées, et que l'on pouvait, en multipliant ces résistances, tout en ayant soin cependant de ne pas arrêter le courant, produire de grands effets de chaleur. Ainsi, par exemple, en séparant un liquide conducteur en un très-grand nombre de compartimens, au moyen de diaphragmes en baudruche ou en vessie, on pouvait le réchauffer par le courant, jusqu'à le mettre en ébullition; tandis qu'à peine sa température était élevée de quelques degrés par l'effet du même courant, quand il était continu. C'est ce qui fait aussi que dans une chaîne de fils métalliques de différentes natures, ce sont toujours les moins bons conducteurs qui se réchauffent, ainsi que les points de jonc-

(1) *Bibl. Univ.* T. XL, p. 40; et *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XL, p. 371.

tion, où, par l'effet du changement de conducteur, la résistance que rencontre le courant est la plus forte.

Je passe sous silence les recherches que j'ai faites sur la distribution de la chaleur dans les conducteurs qui sont réchauffés par l'électricité, et celles de Murray sur cette même distribution dans une pile, soit quand ses pôles sont réunis, soit quand ils sont séparés (1). C'est un point important pour la théorie de ces phénomènes, qui n'est pas encore bien approfondi et que je me propose d'étudier de nouveau.

C'est ici que je dois citer une application des propriétés chimiques de la pile, aussi élégante dans ses résultats que remarquable dans son principe; c'est celle que M. Nobili a découverte et décrite sous le nom d'apparences électro-chimiques (2). Une plaque métallique, de platine par exemple, bien plane et bien polie, est mise en communication avec l'un des pôles d'une pile de dix à douze couples, et placée dans une solution saline; on plonge dans la même solution saline une pointe de platine qui communique avec l'autre pôle de la pile, et on la place dans une direction perpendiculaire à la plaque, de manière qu'elle n'en soit distante que d'une demi-ligne environ ou une ligne au plus. Après que la décomposition a eu lieu pendant quelques instans par l'effet du courant, on retire la plaque et on la trouve recouverte d'une succession d'anneaux colorés dont le centre correspond à la

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXII, p. 185.

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXIII, p. 302, et T. XXXIV, p. 194. *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIV, p. 280 et 419.

pointe de platine. Ces anneaux, qui paraissent être dus à une couche très-mince que le courant dépose sur la plaque, présentent les couleurs les plus brillantes et les plus variées; néanmoins leur apparence dépend, et de la nature de la solution saline, et de celui des deux pôles avec lequel on fait communiquer la plaque, et aussi en partie de la nature même de cette plaque. L'un des plus beaux effets est celui que M. Nobili a obtenu avec l'acétate de plomb, la plaque étant mise en communication avec le pôle positif de la pile. L'ingénieux physicien italien a réussi, au moyen d'un procédé pratique qu'il n'a pas encore publié, à produire, par le même principe, des dessins et des figures de toute espèce, dont les teintes nuancées et brillantes peuvent lutter avec tout ce que l'art a produit de plus parfait en ce genre. Il a aussi profité de sa découverte pour faire une étude approfondie des couleurs. En déterminant, sur une même plaque de forme rectangulaire, le dépôt d'une série de couches régulières superposées, d'une épaisseur toujours extrêmement petite, mais successivement croissante, qui présentaient chacune une teinte différente, il a formé ce qu'il a appelé une *échelle chromatique* des couleurs naturelles, et s'en est servi pour l'analyse des teintes et des nuances colorées que l'on rencontre dans l'art et dans la nature (1).

Un amateur distingué des sciences, M. Bonijol de Genève, est parvenu, soit avec la pile, soit avec l'électricité des machines ordinaires, à produire des effets de couleur

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 337 et XLV, p. 35.

analogues à ceux que M. Nobili avait obtenus. Il n'a pas non plus fait connaître les détails de son procédé; mais ce que nous pouvons observer, les ayant vus de nos propres yeux, c'est que les dessins exécutés par M. Bonijol ne sont point au-dessous, ni sous le rapport de leur variété, ni sous celui de la richesse de leurs teintes, de ceux de M. Nobili. Parmi les diverses expériences que M. Bonijol a encore faites sur l'électricité, nous citerons celle de la décomposition de l'eau par l'électricité atmosphérique, et celles dans lesquelles, en se servant d'un courant électrique développé par une machine ordinaire, il a réussi à décomposer, non-seulement les alcalis et les terres, mais aussi les substances qui, comme les huiles, ne peuvent être décomposées par le courant voltaïque, à cause de leur conductibilité imparfaite (1).

Enfin pour achever ce qui est relatif aux effets chimiques de l'électricité, nous mentionnerons encore quelques recherches de M. Matteuci sur la décomposition des sels (2), desquelles il résulte que l'hydrogène à l'état naissant peut décomposer les oxides qui sont déposés avec lui par le courant autour du pôle négatif; ce qui explique pourquoi, dans la décomposition de certaines solutions métalliques, on obtient de l'oxigène au pôle positif, tandis qu'on ne voit se dégager aucun gaz au pôle négatif et que le métal s'y trouve réduit. En faisant usage de courans très-faibles, M. Matteuci a réussi à décomposer un

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 213.

(2) *Bibl. Univ.* T. XLV, p. 138. *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLV, p. 322.

chlorure ou un iodure dissous dans l'eau, sans décomposer l'eau elle-même, et s'est assuré ainsi d'un fait important pour la chimie, savoir, que les chlorures et les iodures ne se changent point, lorsqu'ils sont dissous, comme on l'avait souvent cru, en hydrochlorates et hydriodates.

Les effets mécaniques du courant électrique ont fixé l'attention de quelques physiciens, qui se sont surtout occupés à étudier les mouvemens que prend du mercure placé, en plus ou moins grande quantité, dans une solution traversée par le courant électrique. Davy est le premier qui ait, je crois, parlé de ces phénomènes dans ses Elémens de philosophie chimique; il dit avoir remarqué que plusieurs gouttes de mercure placées entre les deux pôles d'une pile, au fond d'un vase rempli d'une solution que le courant décompose, prennent un mouvement assez rapide, en s'alongeant du côté du pôle négatif. M. Herschel a traité ce sujet d'une manière très-détaillée dans un mémoire spécial (1). En recouvrant le mercure d'une couche très-mince d'acide sulfurique, ou de sulfate de soude, il a vu, au moment où il plongeait les pôles dans le liquide métallique, un mouvement circulatoire très-rapide s'établir dans le mercure. Il décrit avec beaucoup de soin les apparences diverses que présente ce mouvement, et les circonstances qui peuvent les modifier, et dont la principale est la nature de la solution dans laquelle on place le mercure. En général cet effet se manifeste sous la forme de courans rayonnans de l'un ou l'autre pôle, et surtout du pôle négatif; mais il se présente sous des formes tellement variées qu'il est im-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVIII, p. 280.

possible d'y découvrir aucune loi bien constante. Il paraît que l'alliage que le mercure forme avec le sodium, le potassium, ou d'autres métaux qui proviennent de la décomposition des solutions salines dont il est recouvert, contribuent essentiellement à la production de ces mouvemens que peut même déterminer le seul contact d'un métal avec le mercure, sans le secours d'une pile. C'est du moins ce que semble prouver une série d'expériences dans lesquelles le savant anglais, en étudiant directement l'influence de l'alliage du mercure avec tous les différens métaux, est parvenu à produire des mouvemens plus ou moins prononcés, suivant le métal qu'il amalgamait avec le mercure.

Déjà avant M. Herschel, M. Serullas s'était occupé du même sujet et avait reconnu que les phénomènes de mouvement que produit la pile sur le mercure, sont essentiellement dus au potassium ou au sodium qui sont alliés avec lui, et qu'ils peuvent avoir lieu par le seul effet de ces métaux, sans courant électrique (1). Plus tard M. Nobili a aussi fait quelques recherches sur cette singulière propriété mécanique du courant électrique, à l'occasion des apparences électro-chimiques que le courant détermine sur la surface du mercure (2). Il a reconnu aussi l'influence de l'alliage du mercure avec différens métaux, et particulièrement avec le sodium et le potassium; il a en outre observé que le meroure ne prenait de mouvement qu'autant qu'il ne se formait pas de couches colo-

(1) *Journal de Physique*, T. XCI, p. 190, et T. XCIII, p. 115; *Ann. de Chimie et de Physique*, T. XXXIV, p. 192.

(2) *Bibl. Univ.* T. XXXV, p. 261.

rées sur sa surface, par l'effet des décompositions chimiques. Ce qu'il y a de plus remarquable dans ses expériences, c'est la dépression que détermine, dans une goutte de mercure, une pointe métallique communiquant avec l'un des pôles et placée au-dessus et très-près du centre de cette goutte, dans une solution saline ou acide, qui est mise en communication avec l'autre pôle. M. Nobili a aussi réussi à imprimer au mercure un mouvement alternatif très-continu et très-régulier. Voici comment il dispose cette expérience curieuse, que l'on peut répéter avec une pile très-faible; un seul élément même est suffisant. Il prend une masse de mercure d'un pouce de diamètre, à laquelle il cherche à donner une forme bien circulaire; il la recouvre d'une solution bien limpide; une solution alcaline est celle qu'il vaut le mieux employer. Une pointe métallique communiquant avec le pôle négatif de la pile, est placée au-dessus du centre de la goutte de mercure, de manière à effleurer sa surface; une seconde pointe, à laquelle aboutit le pôle positif, plonge dans la solution, en dehors du contour du mercure, à une distance de quatre à cinq lignes de son bord. Aussitôt que le circuit de la pile est établi, le mercure s'aplatit notablement, et se présente sous la forme d'une étoile à quatre pointes émoussées, dont l'une vient toucher le fil positif; aussitôt que ce contact a eu lieu, le mercure rentre sur lui-même, en s'élevant vers la pointe négative qu'il touche de nouveau; puis il s'aplatit, et ainsi de suite. Dans son mouvement de retour, la goutte circulaire se présente encore sous l'aspect d'une étoile, dont les pointes également obtuses se trouvent alors là où étaient les échancrures de la première.

M. Runge a cherché aussi à étudier le mouvement giratoire que prend le mercure mis en contact avec d'autres métaux par l'intermédiaire des acides (1). Après avoir remarqué le changement de niveau que peut opérer sur une colonne de mercure placée dans un tube et recouverte d'une solution acide, le seul effet d'un courant développé par une faible action chimique, il s'est principalement attaché à l'examen des effets que l'on peut produire, en touchant une goutte de mercure recouverte d'une solution saline, avec différens métaux qui, tels surtout que le zinc, possèdent la propriété de lui imprimer un mouvement rotatoire.

Les phénomènes dont nous venons de nous occuper, avaient été déjà signalés en 1809 par Erman, et ont été étudiés par un grand nombre de savans, indépendamment de ceux que j'ai déjà nommés, et en particulier par M. Pfaff. J'ai cherché à en donner, en peu de mots, une idée aussi exacte que possible; des détails plus circonstanciés n'auraient pu servir à faire mieux connaître les lois et les causes de ces mouvemens, qui sont encore en général mal déterminées, et qui me paraissent être plutôt un effet complexe, soit de l'action directe du courant sur le mercure, soit de l'impulsion que les élémens séparés et transportés par l'électricité, semblent exercer sur le mercure où le courant les dépose et les fait pénétrer en les amalgamant avec lui.

Ce n'est pas seulement dans son action sur le mercure, que l'on a trouvé des preuves de l'effet mécanique

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 237.

du courant électrique. M. Porret (1) avait déjà observé, il y a quelques années, qu'en séparant une capsule en deux compartimens distincts, au moyen d'une vessie, et en plaçant le pôle positif dans l'un des compartimens remplis d'eau, et le pôle négatif dans l'autre dont le fond était légèrement humecté, l'eau du premier passait, par l'effet impulsif du courant, dans le second, où elle finissait même par prendre un niveau d'un pouce environ plus élevé que dans l'autre. Cette impulsion que le courant paraît exercer, a-t-elle toujours lieu? Et lorsqu'elle a lieu, s'exerce-t-elle toujours du pôle positif au négatif? C'est ce qu'il est impossible de décider dans l'état actuel de la science. Quelques essais m'ont paru prouver qu'il faut, pour qu'elle puisse se manifester, que le conducteur liquide ne soit pas très-bon; une solution qui conduit bien le courant, ne présente pas ce phénomène (2). M. Becquerel a dernièrement observé un fait qui semblerait indiquer que l'impulsion peut aussi partir du pôle négatif; du moins il a vu une poussière en suspension dans de l'eau, chassée par l'effet du courant, hors d'un tube dans lequel aboutissait le pôle négatif, tandis qu'elle demeurait dans celui où plongeait le pôle positif, les deux tubes étant eux-mêmes mis en communication au moyen d'une masse d'eau dans laquelle ils étaient placés. Serait-ce la résistance qu'éprouve le courant électrique dans sa transmission, qui donnerait lieu à un mouvement dans certains cas, tandis que dans d'autres, comme nous l'avons vu, elle dé-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. II, p. 137.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVIII, p. 196.

veloppecait de la chaleur? Ces effets de mouvement et de chaleur seraient-ils ainsi dépendant d'une cause commune qui établirait un nouveau lien entr'eux? Ce n'est que par une étude plus approfondie du sujet, quel'on pourra déterminer jusqu'à quel point ces aperçus sont fondés.

C'est encore dans les effets mécaniques de l'électricité que l'on doit ranger les phénomènes de transport, que la foudre et l'électricité ordinaire peuvent opérer, ainsi que l'a observé M. Fusinieri (1), en se chargeant des particules des corps d'où elles sortent, et en les déposant sur ceux dans lesquels elles pénètrent. C'est aussi probablement à la même catégorie de faits qu'appartiennent les phénomènes d'exosmose et d'endosmose découverts et décrits par M. Dutrochet, et qui consistent dans le déplacement mutuel ou dans la pénétration de deux liquides différens, séparés l'un de l'autre par certains tissus végétaux ou animaux. Ces phénomènes, dans lesquels M. Dutrochet a cru trouver l'explication de plusieurs faits physiologiques, ne sont pas sans doute sans liaison avec la capillarité, ainsi que M. Poisson l'a fait voir; mais ils paraissent dépendre aussi de quelque force électrique.

Les effets physiologiques de l'électricité ont été aussi dernièrement l'objet d'un nouvel examen de la part d'un assez grand nombre de physiciens. Nous avons déjà parlé, dans notre première partie, des résultats curieux qu'avait obtenus M. Wilson Philip, en essayant de remplacer, par l'influence d'une pile voltaïque, l'action sur l'estomac, des nerfs de la huitième paire dont il avait opéré la

(1) *Bibl. Univ.* T. XLVIII, p. 371.

section dans des lapins. Il remarqua que la digestion et la respiration que cette section avait rendues très-difficiles, devinrent faciles dès que le courant fut établi (1). Une tentative faite peu de temps après, par MM. Prevost et Dumas, pour trouver le moyen de décomposer par la pile les calculs de la vessie, et d'en débarrasser ainsi les malades, n'eut pas le succès que les amis de l'humanité auraient pu désirer (2).

M. Matteuci, en cherchant à opérer sur les animaux vivans, des décompositions chimiques au moyen de la pile, est parvenu à obtenir, à chacun des pôles, des liquides tout-à-fait analogues à ceux que produisent les sécrétions naturelles (3). Mais je me hâte d'arriver aux recherches de MM. Marianini et Nobili, qui sont les plus détaillées qu'on ait faites depuis 1820, sur les effets purement physiologiques de l'électricité.

Peu de temps après l'expérience fondamentale de Galvani, Volta, Valli, et surtout Bellingieri, avaient fait des observations nombreuses sur la secousse qu'éprouve une grenouille qui fait partie d'un circuit voltaïque. M. Marianini, reprenant ce sujet, a eu surtout en vue d'étudier un fait curieux déjà signalé par les physiciens que nous venons de nommer, savoir que la grenouille éprouve une secousse, non-seulement quand on ferme le circuit voltaïque, mais aussi quand on le rompt. Si l'on se sert,

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXII, p. 216.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXIII, p. 202.

(3) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 234, et *Ann. de Phys. et de Chimie*, T. XLIII, p. 250.

pour établir la communication entre les nerfs et les muscles, d'un simple arc de cuivre et zinc, on observe que la secousse qui a lieu dans la grenouille, au moment où l'on établit le contact, est de beaucoup la plus forte, quand le zinc touche le nerf et le cuivre le muscle, et que c'est au contraire la secousse que détermine l'enlèvement de l'arc métallique, qui est la plus vive, quand c'est le cuivre qui est en contact avec le nerf et le zinc avec le muscle. En soumettant ce phénomène à une nouvelle analyse expérimentale, M. Marianini s'est assuré qu'il est impossible d'expliquer la contraction qui a lieu dans la grenouille, au moment où l'on rompt le circuit, en supposant qu'elle soit due à un refoulement qu'aurait éprouvé le courant électrique, par l'obstacle instantané qu'il rencontre. Il est amené à distinguer deux sortes de contractions, les *idiopathiques* et les *sympathiques*; les premières, qui sont produites par l'action immédiate de l'électricité sur les muscles, ont lieu quelle que soit la direction suivant laquelle le courant pénètre ces muscles; et les secondes, qui proviennent de l'action que l'électricité elle-même exerce sur les nerfs qui président aux mouvemens des muscles, ont lieu seulement quand le courant (c'est-à-dire le courant positif) parcourt les nerfs dans le sens de leur ramification. Si le courant parcourt les nerfs en sens contraire de leur ramification, c'est une sensation qu'il produit et non une contraction; celle-ci n'a lieu qu'à l'instant de l'interruption du courant. Et au contraire, si le courant parcourt les nerfs dans le sens de leur ramification, l'animal éprouve une sensation au moment où l'on interrompt le courant, et une contraction au mo-

ment où on l'établit. Cette distinction explique alors pourquoi la secousse est plus forte dans les cas où l'effet de la contraction sympathique s'ajoute à celui de la contraction idiopathique (1).

C'est de la même manière que M. Marianini explique un fait assez singulier, savoir que, lorsqu'on tient dans chacune de ses mains l'un des pôles d'une pile voltaïque, on éprouve toujours une contraction plus forte dans le bras qui est mis en communication avec le pôle négatif, que dans celui qui communique au pôle positif. Le courant parcourant en effet le premier dans le sens de la ramification des nerfs, il y a à la fois contraction sympathique et idiopathique, tandis que dans le second il n'y a que contraction sympathique. Il en est de même quand on met dans le circuit une jambe et un bras, ou les deux jambes, ou seulement deux doigts; c'est toujours le membre que le courant parcourt dans le sens de la ramification des nerfs, qui éprouve la commotion la plus vive (2).

M. Nobili, à la suite d'une analyse expérimentale et théorique des effets électro-physiologiques de la grenouille (3), n'a pas cru pouvoir admettre les conclusions de Mr. Marianini. Il remarqua d'abord que le phénomène des contractions de la grenouille était loin de rester constant, mais qu'il variait selon la durée de l'intervalle de temps qui s'était écoulé depuis que l'on avait com-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.*, T. XL, p. 225.
(2) *Bibl. Univ.* T. XLII, p. 287.
(3) *Bibl. Univ.* T. XLIV, p. 48 et 165.

mencé à opérer sur la grenouille. Après avoir observé, avec beaucoup de soin, à différentes époques de l'expérience, l'effet sur la grenouille, du courant électrique produit par un seul élément, zinc et cuivre, dirigé, tantôt dans le sens des ramifications des nerfs, tantôt en sens contraire, il arriva à conclure que le courant détermine, dans ces deux cas, dans le nerf, des altérations différentes qu'il nomme, l'une *directe*, l'autre *inverse*. Ces altérations ne laissent de traces qu'autant que le courant a parcouru le nerf pendant un certain temps, et l'excitation électrique provient du passage du nerf d'un état à l'autre, c'est-à-dire, ou de l'état naturel à l'état d'altération et réciproquement, ou de l'état d'altération directe à l'état d'altération inverse et réciproquement. L'intensité des contractions doit dépendre de l'excitabilité des nerfs, qui est toujours plus grande dans les premiers momens de l'expérience, de la promptitude avec laquelle a lieu le passage d'un état à l'autre, et de la plus ou moins grande différence qui existe entre les deux états successifs. M. Nobili indique encore les causes qui peuvent faire varier les lois des contractions, qui lui ont paru d'ailleurs assez constantes. Il a cherché aussi à apprécier quelle influence peut exercer sur ces phénomènes le courant propre de la grenouille, dont nous avons déjà parlé plus haut; et enfin en étudiant les altérations que détermine dans les nerfs le passage du courant, altérations qui ne changent rien à la structure des nerfs, mais qui semblent ne modifier que leur excitabilité, il croit que l'on pourrait y trouver un remède contre le tétanos et certains cas de paralysie.

M. Matteuci, à la suite de quelques recherches sur le même sujet, ne peut non plus admettre les explications de M. Marianini, et pense que l'on doit attribuer les secousses qui ont lieu lorsqu'on interrompt le circuit, au retour des fibres musculaires à leur position naturelle, dont elles avaient été écartées par le courant électrique (1).

Les divergences qui règnent entre les trois habiles physiciens qui se sont occupés de ces phénomènes, tant sous le rapport des explications qu'ils en donnent, que même sous le rapport de l'observation de quelques faits, sont suffisantes, à elles seules, pour montrer tout ce qu'il y a de difficile dans une étude où la vitalité propre de chaque individu peut complétement altérer les résultats. Néanmoins on ne saurait méconnaître que, grâce aux travaux des savans italiens, on peut regarder maintenant comme complétement observés, sinon expliqués en entier, tous les effets du courant électrique sur la grenouille.

Avant de quitter ce sujet, nous devons encore parler des tentatives intéressantes que M. Marianini vient de faire pour appliquer l'électricité de la pile à la guérison de quelques cas de paralysie et de paraplégie (2). C'est en faisant passer, au travers du membre malade, pendant plusieurs jours et quelquefois pendant plusieurs semaines de suite, non point un courant continu, mais une succession très-rapide de décharges provenant de piles très-faibles dans les commencemens, mais dont il augmen-

(1) *Bibl. Univ.* T. XLVI, p. 113.
(2) *Bibl. Univ.* T. LII, p. 381.

tait graduellement la force, qu'il a réussi à obtenir quelques cas remarquables de guérison. Mais ce n'est que lorsqu'une série nombreuse de guérisons bien constatées aura été obtenue, qu'on pourra ajouter quelque confiance à ce procédé curatif.

Nous venons de parcourir les observations nouvelles que l'on a faites depuis quelques années sur les effets de l'électricité. Il nous reste encore, pour compléter cette partie de l'histoire de l'électricité, deux points de quelqu'importance à développer. Le premier est relatif aux conséquences qu'on a tirées des effets de la pile, en vue de la théorie de cet appareil et de l'explication des circonstances qui peuvent le rendre propre à produire plutôt certains phénomènes que d'autres. Le second a pour objet l'examen plus spécial des effets qu'on a réussi à produire, au moyen de courans excessivement faibles.

Les physiciens avaient bien vîte remarqué que les effets calorifiques, lumineux et magnétiques, sont produits avec plus d'intensité par des piles formées d'un petit nombre d'élémens, ayant chacun une grande surface, que par des piles composées d'un grand nombre d'élémens plus petits et ayant une tension considérable à chacun de leurs pôles; ils avaient observé que c'était principalement l'inverse pour les effets chimiques et physiologiques. Je m'aperçus bientôt (1) que, pour expliquer cette singulière différence dont on n'avait pas encore pu rendre compte, il fallait distinguer les effets, non d'après

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIX, p. 319; et T. XL, p. 371.

leur nature, mais d'après celle des conducteurs que l'on interpose entre les pôles pour les produire. Je réussis à montrer que, quelle que soit la nature de l'effet, toutes les fois que le conducteur dans lequel il doit être produit, est très-bon, il vaut mieux, étant donnée une surface totale de zinc et de cuivre pour faire une pile, l'employer à faire un petit nombre d'élémens à grande surface, et au contraire faire un grand nombre d'élémens plus petits, quand le conducteur est imparfait. Ainsi, s'agit-il de transmettre un courant au travers de fils métalliques, pour les faire rougir, pour produire un effet magnétique ou électro-dynamique, comme le conducteur est parfait, on aura des effets d'autant plus intenses que les élémens de la pile seront plus grands et moins nombreux. S'agit-il de faire passer le courant au travers d'un liquide, pour le décomposer, le réchauffer, lui donner un mouvement au travers d'un animal en vue d'imprimer à cet animal des contractions, ou bien de le faire passer entre deux pointes de charbon, pour produire une lumière et une chaleur des plus vives, comme dans tous ces cas le conducteur est plus ou moins imparfait, il faut, pour obtenir des effets intenses, employer un nombre de couples d'autant plus grand que ce conducteur est plus mauvais.

Après avoir prouvé par l'expérience l'exactitude de la distinction que je viens de rappeler, j'ai cherché à montrer qu'elle était une conséquence simple et naturelle des propriétés connues du courant électrique. En effet, les deux principes électriques portés aux deux pôles d'une pile, qui sont réunis par un conducteur, peuvent, pour se réunir, suivre deux voies différentes, ou celle du

conducteur, ou celle de la pile elle-même qui peut conduire l'électricité tout aussi bien qu'elle la produit. La proportion du courant électrique qui passera au travers du conducteur, sera d'autant plus considérable que ce conducteur aura une conductibilité plus grande que celle de la pile; par conséquent si elle est moindre, il faudra diminuer celle de la pile, et dans ce but, augmenter le nombre de ses élémens, puisqu'une longue suite de conducteurs, alternativement solides et liquides, laisse difficilement passer le courant électrique. La tension électrique de chacun des pôles sera d'autant plus grande que la pile elle-même présentera plus de difficulté à la libre transmission des deux fluides électriques, et par conséquent qu'elle aura plus d'élémens. Mais quant aux effets du courant, il y a une limite qu'il ne faut pas dépasser dans le nombre des élemens d'une pile, limite qui dépend de la nature du conducteur au moyen duquel on réunit les deux pôles de lapile. Une fois que le nombre des élémens est tel que le conducteur extérieur présente aux deux principes électriques qui tendent à se neutraliser, une route plus facile que la pile elle-même, il vaut mieux augmenter la surface que le nombre des élémens. En effet, l'action d'un courant sur un conducteur dépend essentiellement de sa vitesse, qui est d'autant moindre qu'il rencontre plus de résistance sur sa route, et par conséquent que la pile qu'il est appelé à traverser en circulant, renferme plus d'élémens. Ainsi avec un conducteur métallique, comme ce conducteur est toujours meilleur que la pile, ne fût-elle composée que d'un couple, l'effet calorifique ou magnétique sera d'autant plus grand

que le nombre des élémens sera moindre et la surface de chacun plus considérable, parce qu'en même temps il y aura, par l'effet de l'étendue de la surface, plus d'électricité développée, et cette électricité, à cause du petit nombre des élémens de la pile, cheminera plus vîte.

Ce serait peut-être ici le cas, puisque nous nous occupons de la théorie de la pile, d'ajouter quelques détails sur la manière dont on est parvenu à expliquer l'accumulation de chacun des principes électriques à chacun de ses pôles. Nous avons vu que, dans la théorie du pouvoir électromoteur, proposée par Volta, on suppose que l'électricité de chaque couple peut passer, au travers du conducteur humide, dans le couple suivant, dont elle ne change point l'état électrique propre, et être poussée par la force électromotrice dans le zinc, si elle est positive, dans le cuivre, si elle est négative; de telle façon qu'il y a excès d'électricité positive à l'extrémité zinc de la pile, et excès d'électricité négative à l'extrémité cuivre. Dans la théorie chimique, qui paraît être, ainsi que nous l'avons vu, plus d'accord avec les faits, le liquide, en attaquant le zinc, y détermine une accumulation d'électricité négative, tandis que lui-même se charge d'électricité positive; cette dernière électricité se répand dans le liquide, d'où elle passe au cuivre du couple suivant, pour neutraliser la négative qui provient du zinc en contact avec ce cuivre, et ainsi de suite, jusqu'aux deux extrémités de la pile, où il y a alors excès, à l'une, d'électricité négative, et à l'autre, d'électricité positive.

Cette dernière théorie, que je viens d'exposer telle que je l'ai proposée, a été attaquée par M. Marianini, qui a

aussi présenté quelques objections à la manière dont j'ai cherché à expliquer les différens effets des piles à nombreux et à grands élémens. Le mémoire qu'il a publié sur ce sujet, sous le titre de *Théorie chimique des électromoteurs simples et composés* (1), renferme un grand nombre de faits curieux; mais ces faits ne m'ont point paru conduire nécessairement à la conséquence que l'auteur en a tirée contre la théorie chimique. C'est ce que M. Parrot a déjà fait voir en partie, en rappelant des recherches qu'il avait faites antérieurement sur ce sujet (2). Je n'essayerai point de donner une idée des objections de M. Marianini, ni des réponses qu'on y a faites et qu'on peut encore y faire. Une semblable discussion nous entraînerait beaucoup trop loin; elle trouvera mieux sa place dans un mémoire spécial que je suis sur le point de publier et qui doit être imprimé dans le T. VI des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*. Ce sera aussi une occasion pour moi, de parler de plusieurs travaux intéressans faits sur ce même sujet par divers physiciens allemands et notamment par MM. Fischer, Pohl et Fechner, travaux qui ont paru, soit dans les journaux, soit dans des ouvrages spéciaux, et dont je regrette de ne pouvoir donner une analyse dans cette notice.

Depuis les grandes découvertes de Davy, on avait toujours cru que ce n'était qu'en se servant de piles très-fortes qu'on pouvait espérer d'obtenir des effets de quel-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLV, p. 28 et 113.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLVI, p. 361.

qu'importance pour la science. M. Becquerel, le premier, montra qu'il était loin d'en être ainsi, et découvrit tout le parti qu'on pouvait tirer de l'emploi judicieux des petites forces électriques. Les recherches auxquelles il se livra, avec la persévérance et la sagacité qui le distinguent, le conduisirent à des résultats du plus grand intérêt sur les effets des faibles courans électriques, principalement en ce qui concerne les phénomènes chimiques; il réussit à déterminer, au moyen de ces courans, non-seulement des décompositions que de très-fortes piles n'avaient pu opérer, mais aussi des combinaisons et des cristallisations, effets que jusqu'alors on n'avait pas cru l'électricité susceptible de produire. C'est dans les nombreux mémoires que le savant physicien français a publiés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, que nous puiserons les détails que nous allons essayer de donner, de ses travaux sur ce sujet. En analysant l'action des courans électriques sur les solutions qu'ils traversent, M. Becquerel fut conduit à reconnaître que, suivant leur degré d'intensité, ces courans peuvent séparer et transporter un plus ou moins grand nombre d'élémens, en luttant avec plus ou moins de succès contre la force d'affinité qui tend à empêcher les décompositions et le transport des élémens au travers de solutions avec lesquelles ils pourraient former des combinaisons. Cette observation lui fit présumer que l'on pouvait, en faisant passer un courant très-faible à travers deux solutions successives, décomposer l'une et non l'autre; qu'il était possible, en présentant sur la route du courant, un corps qui eût une grande affinité pour l'un

des élémens qu'il transportait, d'arrêter cet élément, tout en laissant les autres continuer leur route; en un mot que l'on parviendrait à modifier, jusqu'au point où on le jugerait convenable, en employant les forces électriques nécessaires, les affinités chimiques ordinaires. Il semblait donc résulter de ces propriétés des courans électriques, la possibilité d'obtenir des composés, et en général des effets qu'on ne peut produire par les procédés chimiques ordinaires, dans lesquels, en faisant réagir deux corps l'un sur l'autre, on ne peut empêcher toutes leurs parties constituantes de concourir en même temps à l'effet général, ni par conséquent éviter la réaction de l'une d'entr'elles, tout en faisant usage de celle des autres. Indépendamment de ces avantages, l'emploi des courans électriques pour la formation des composés, présentait celui de pouvoir faire réagir les élémens des corps à l'état naissant, circonstance si favorable aux actions chimiques. Enfin une dernière considération qui paraissait pouvoir faire espérer à M. Becquerel de tirer des résultats importans de l'emploi des petites forces électriques, c'est que leur action faible et lente, mais continue, se rapproche beaucoup plus de celle de la nature, que l'action des courans plus énergiques, mais moins constans dans leur intensité, auxquels donnent naissance de fortes piles.

C'est au moyen de la réaction chimique de deux solutions l'une sur l'autre, ou par l'action d'un simple couple voltaïque, et quelquefois enfin par l'emploi simultané de ces deux procédés, que M. B. développe les faibles courans électriques dont il se sert pour opérer des

combinaisons. Quant à la manière dont il dispose ses appareils, elle dépend en général de la nature du composé qu'il veut produire, ou de celle des élémens d'une combinaison, qu'il veut séparer pour les transporter ailleurs. Ainsi, par exemple, pour produire un courant par la réaction de deux solutions l'une sur l'autre, il prend un tube en forme d'U, au milieu duquel il place un tampon d'amiante ou d'argile très-fine, pour ralentir le mélange des deux solutions, qu'il met dans chacune des branches, et qu'il réunit par un arc métallique homogène. Quelquefois au lieu d'un tube en forme d'U, c'est un tube droit, ouvert par ses deux extrémités, contenant dans sa partie inférieure le tampon d'argile et rempli de l'une des solutions, qu'il place dans un autre tube plus grand rempli de la seconde solution. Dans quelques cas, il remplace l'arc homogène qui réunit les deux solutions, par un arc hétérogène, pour avoir à la fois deux courans. Enfin quand il ne fait usage que d'une solution, il la place dans un tube fermé, au fond duquel il met un oxide ou de la poussière de charbon, et une lame métallique qui, traversant le liquide, vient toucher l'oxide ou le charbon, et détermine ainsi un courant.

En faisant usage de ce dernier procédé, M. B. a obtenu, à l'état cristallin, plusieurs oxides métalliques; il mettait, par exemple, au fond du tube qu'il avait rempli d'une solution de nitrate de cuivre, du deutoxide de cuivre, et il plongeait une lame de cuivre dans la solution, de manière qu'elle fût en contact avec le deutoxide; cette lame se recouvrait, au bout de quelques jours, de petits cristaux cubiques d'un brillant métallique, que l'analyse démontrait être du protoxide de cuivre.

En faisant réagir, par les moyens que nous avons indiqués, des solutions d'hydrochlorates, d'hydriodates ou d'hydrosulfates, sur quelqu'autre solution saline, l'auteur est parvenu à produire sur la lame métallique qui servait d'arc de communication entre les deux solutions, un dépôt de petits cristaux de chlorure, d'iodure et de sulfure du métal dont elle était formée. Il a même réussi, par la combinaison de certaines solutions, à déterminer la formation des nouveaux composés découverts dernièrement par Bonsdorff et Berzélius, et décrits par ces chimistes sous le nom de doubles chlorures, doubles iodures et doubles sulfures. En réunissant deux solutions, l'une d'un sel métallique et l'autre d'un sel à base alcaline ou terreuse, par un arc hétérogène, dont l'élément positif plongeait dans cette dernière, il a obtenu des cristaux d'un sel métallique, dont la base était le métal même qui formait l'élément positif du couple, et l'acide, celui de l'une des deux solutions. C'est ainsi par la réaction de deux solutions, dont l'une était du sulfocarbonate de potasse, et l'autre du sulfate de cuivre, et par l'emploi d'un arc cuivre et plomb, dont le cuivre plongeait dans le sulfate et le plomb dans le sulfocarbonate, qu'il a réussi à déterminer sur le plomb un dépôt de petits cristaux de soufre, absolument semblables aux cristaux naturels de cette substance.

Les exemples que nous venons de donner, peuvent faire concevoir comment M. Becquerel, par un choix habilement combiné de solutions et d'arcs métalliques, et par une étude approfondie des réactions qui résultent du contact de ces diverses substances, est parvenu à dé-

terminer toute espèce de combinaison, et à obtenir, à l'état cristallin, des composés qu'on n'avait jamais pu jusqu'ici se procurer sous cette forme.

Il n'a pas été moins heureux dans les tentatives qu'il a faites pour opérer certaines décompositions, qui jusqu'ici avaient échappé à l'action de la pile, telles, en particulier, que la réduction immédiate des bases de certains oxides. Ordinairement, en voulant décomposer les solutions salines, on n'obtient, au pôle négatif, qu'un oxide et non le métal réduit; ce qui provient de la grande affinité de l'oxigène pour le métal qui sert de base à l'oxide, affinité qui résiste à celle, ordinairement si grande, de l'oxigène pour l'hydrogène naissant. L'habile physicien, présumant que cette résistance pouvait tenir à ce que l'hydrogène, à cause de la force de la pile employée, ne restait pas assez long-temps à l'état naissant, essaya de faire usage d'un courant plus faible, qui n'aurait pas cet inconvénient. Aussi réussit-il, par ce moyen, et en y joignant l'affinité que peut avoir pour le métal de l'oxide que l'on veut réduire, un autre métal plus facilement réductible, à retirer immédiatement de leurs dissolutions, à l'état métallique, le fer, le zirconium, le glucium, le magnesium, et même à faire cristalliser ces métaux.

Une application intéressante des effets des petites forces électriques, est celle que M. Becquerel a encore faite à l'explication de la cémentation qui a lieu dans la formation de l'acier, et en vertu de laquelle le carbone se trouve combiné avec toutes les molécules intérieures du fer. Il a montré que ce phénomène était une consé-

quence de l'état électrique opposé du carbone et du fer, qui, exalté par la haute température à laquelle ces deux substances sont portées, donne lieu à des courans qui transportent de molécule à molécule les atomes de carbone, jusque dans l'intérieur de la masse du fer; la chaleur, en rendant les molécules du fer plus mobiles les unes autour des autres, facilite aussi par là cette espèce de pénétration. C'est de la même manière que notre auteur explique l'oxidation que les métaux éprouvent, avec le temps, jusque dans l'intérieur de leur masse, sans cependant qu'il en résulte aucune altération dans leur forme. Ainsi, l'on trouve dans la terre des pièces de fer qui, après y avoir été enfouies à l'état métallique, en sont retirées presqu'entièrement oxidées et présentant les traces d'une véritable cémentation, c'est-à-dire d'un véritable transport d'oxigène jusque dans leur centre, sans qu'on puisse apercevoir de fissures par lesquelles ce gaz aurait pu pénétrer. De même, des médailles antiques en cuivre ont été trouvées changées entièrement en protoxide de cuivre, sans que leur matière première ait été dissoute par un agent quelconque, puisque leurs formes et une partie de leurs empreintes sont conservées; c'est donc encore un effet de la cémentation, qui provient elle-même des petites forces électriques auxquelles sont dus aussi les petits cristaux de protoxide et de carbonate de cuivre, qu'on retrouve souvent sur la surface des objets antiques, en bronze et en cuivre.

Enfin une étude détaillée de la plupart des productions cristallines de la nature, a semblé démontrer à M. Becquerel que leur formation avait dû, pour le plus grand

nombre, dépendre de forces analogues à celles dont il a fait usage pour déterminer des cristallisations semblables, forces qui, malgré leur peu d'énergie, peuvent, par l'effet de leur continuité, donner lieu, au bout d'un temps plus ou moins long, aux plus grands effets. C'est encore dans l'action des faibles courans électriques, que l'ingénieux physicien français a su trouver un moyen d'étudier les effets de l'électricité sur la végétation, effets qui jusqu'ici avaient échappé à l'observation, à cause des trop grandes forces électriques dont on faisait usage. Son travail, à cet égard, n'étant pas encore publié, il nous est impossible d'en donner l'idée.

Une classe de phénomènes, que M. Becquerel a été conduit, par l'étude des petites forces électriques, à faire rentrer dans le nombre des effets de l'électricité, est celle des phénomènes relatifs à la phosphorescence des corps. Il a cherché à démontrer que cette phosphorescence, qui exige toujours, pour être produite, une légère élévation de température, est due à la recomposition des fluides électriques naturels de chaque molécule, que la chaleur ou une autre cause a séparés. Cette opinion est confirmée par une foule de faits qui prouvent la liaison intime qui existe entre les phénomènes de la phosphorescence et ceux de l'électricité, et en particulier par un travail récent de M. Pearsall, dans lequel ce physicien démontre que l'on peut, au moyen d'un plus grand nombre de décharges électriques, rendre phosphorescens des corps qui ont perdu cette propriété, ou qui ne l'ont jamais possédée (1).

(1) *Bibl. Univ.* T. XLV, p. 352; et T. XLVI, p. 236

Enfin un dernier fait, qui nous semble être du même genre que ceux qui dépendent des petites forces électriques, est le phénomène de la préservation du cuivre contre l'action des solutions salines dans lesquelles il est plongé (1). Cette propriété que Davy a trouvé que l'on pouvait donner au cuivre, en le faisant communiquer avec une petite pièce d'un métal plus positif que lui, tel que le zinc et le fer, provient de l'état négatif dans lequel il se trouve constitué par l'effet du courant que développe l'action chimique du liquide sur le zinc ou le fer que l'on a mis en contact avec lui. Davy avait espéré que sa découverte pourrait être utilement employée à préserver le cuivre dont on recouvre la surface extérieure des vaisseaux, qui est promptement corrodée par l'action de l'eau de la mer. Mais un inconvénient dont on était loin de se douter, a fait renoncer à ce procédé; le courant, tout en préservant le cuivre, décompose l'eau de la mer et détermine, sur la surface du métal, le dépôt de substances terreuses, qui ne l'attaquent pas, il est vrai, mais dans lesquelles se logent une foule de petits animaux qui finissent par pénétrer jusqu'au bois. Il faudrait pouvoir développer un courant qui, tout en rendant le cuivre assez négatif pour le préserver de l'action de la mer, ne fût pas assez fort pour déterminer les dépôts dont nous venons de parler. C'est ce que Davy avait essayé de faire, en se servant de fonte de fer, au lieu de zinc, comme métal positif. Il ne paraît pas cependant que cet essai ait

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVI, p. 84; T. XXIX, p. 187; et T. XXXIII, p. 276.



réussi ; du moins depuis la mort de l'illustre chimiste anglais on n'en a plus entendu parler.

RÉSUMÉ.

Coup-d'œil rapide sur l'état présent de l'électricité.

En terminant ici cette esquisse historique, que nous avons cherché à rendre aussi complète que possible, peut-être on nous saura gré de présenter en quelques mots un résumé de l'état où nous laissons la science de l'électricité.

1°) On a reconnu dans l'électricité deux principes différens ; on a réussi à déterminer les lois des actions auxquelles ces principes donnent naissance, soit quand ils sont en repos et isolés, soit quand ils sont en mouvement pour se réunir. Mais on n'est pas encore parvenu à déterminer leur nature ; on n'a jusqu'ici mis en avant que des hypothèses fort peu satisfaisantes, telles en particulier que celle qui consiste à les regarder comme des fluides très-subtils et doués de certaines propriétés distinctes. Il est probable qu'ils sont plutôt, l'un et l'autre, des modifications différentes de la matière éthérée qui remplit l'univers et dont les vibrations constituent la lumière ; modifications dont la nature ne peut être connue que lorsqu'on aura fait une étude plus approfondie des propriétés les plus intimes de l'électricité.

2°) On a réussi à reconnaître que le magnétisme n'est véritablement que le résultat de courans électriques naturels. Mais quelle est la disposition de ces courans dans les corps aimantés? Quelle est la cause qui leur donne naissance, et qui fait qu'un très-petit nombre de corps seulement sont susceptibles d'aimantation? C'est ce qu'on n'a pas encore pu déterminer.

3°) On connaît maintenant probablement toutes les sources de l'électricité; mais quant aux lois qui régissent, dans chaque cas, le développement de l'électricité, on est loin de les avoir encore découvertes.

4°) On a, depuis peu, étudié avec assez de soin l'influence que peuvent exercer les corps sur l'électricité, soit lorsqu'ils sont placés sur sa route, soit lorsqu'ils sont interposés entr'elle et les points sur lesquels son action extérieure doit se porter. On a découvert plusieurs phénomènes curieux à cet égard ; on est parvenu même à quelques lois ; mais le nombre des anomalies et des effets restés inexplicables, est encore bien plus considérable. C'est probablement dans l'étude de cette classe de faits, que l'on pourra trouver les moyens de parvenir à quelques notions sur la nature de l'électricité et sur les rapports qui lient cet agent avec la matière pondérable.

5°) Les effets que l'électricité peut produire sur les corps, sont maintenant bien connus ; les lois auxquelles ils sont soumis, sont en général assez bien déterminées; mais leur liaison avec la cause qui les produit, ne repose que sur des hypothèses bien peu solides et qui dernièrement surtout ont été bien ébranlées. C'est encore en

s'occupant à chercher cette liaison par une étude détaillée de ces effets, qu'on pourra trouver le moyen d'arriver à quelqu'idée plus juste sur la nature de l'électricité et sur la cause, soit des effets auxquels elle donne évidemment naissance, soit de ceux qu'on lui attribue peut-être à tort, et qui, tels que les phénomènes chimiques, n'ont peut-être d'autre rapport avec elle que d'être dus à l'action d'un même agent.

6°) Enfin après avoir, depuis son origine, fait et défait les théories de la pile de Volta, les physiciens ne sont pas encore d'accord sur ce sujet, et quoique dans ce moment la théorie chimique de cet admirable appareil soit peut-être plus en faveur, elle a besoin encore d'être appuyée sur de nouvelles observations, pour pouvoir être adoptée généralement et substituée définitivement à la théorie électromotrice de Volta, dont l'insuffisance est actuellement tout-à-fait démontrée.

Ce court résumé suffit pour faire voir que, malgré le nombre et l'importance des découvertes dont les savans ont enrichi l'électricité, ce qui reste à faire dans cette partie de la physique est peut-être plus considérable encore que ce qui a été fait jusqu'ici, puisque presque toutes les lois et tous les principes sont encore à trouver.



MÉLANGES ET BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Nouvelles expériences électro-magnétiques ; par M. le professeur Moll; extrait d'une lettre en date d'Utrecht, 23 avril 1833. — M. Quetelet, de Bruxelles, en rendant compte de quelques expériences électro-magnétiques que j'avais faites en partie dans une séance de l'Institut de Hollande, et dont les résultats avaient été publiés, d'après le vœu de cette assemblée, regrette que je n'eusse point songé à déterminer de combien on pouvait diminuer la superficie de l'appareil galvanique, sans nuire sensiblement aux résultats obtenus. J'avais cependant tâché d'avance de satisfaire aux désirs du professeur de Bruxelles; ces résultats ont été imprimés; mais probablement le manque de communications directes entre la Hollande et la Belgique, aura été cause qu'il n'en a pu avoir connaissance.

Mes expériences roulaient principalement sur la force qu'on peut donner à un fer à cheval doux, enveloppé d'une spirale, ou de plusieurs spirales, communiquant avec un élément voltaïque simple, pour soutenir un poids par le magnétisme qu'on lui communique. On trouve les détails de ces expériences dans les *Annales de Physique et de Chimie*, T. L, pag. 324. Juillet 1832.

Dans les nouvelles expériences dont je veux vous rendre compte, j'ai employé un fer à cheval doux, qui m'avait déjà servi à plusieurs autres expériences. Ce fer entouré de ses spirales, pèse environ 29 li-

vres (1). Étendu en ligne droite, il aurait environ 24 pouces anglais de longueur ; il est cylindrique et du diamètre de deux pouces. Il est entouré d'une enveloppe de soie, et on a roulé à l'entour deux spirales (*sinistrorsum*) *de fer* doux, du diamètre de 3/16 de pouce anglais. Ces spirales ne sont couvertes, ni de soie, ni d'aucune autre substance. Les bouts de ces fils de fer étaient *soudés* ensemble, et communiquaient par d'autres fils à l'appareil galvanométrique simple, consistant toujours en un seul élément. Les autres extrémités de ces fils étaient aussi *soudées* aux plaques zinc et cuivre de l'élément voltaïque ; car mon expérience, et celle de bien d'autres, m'a appris qu'un contact aussi intime que possible entre les spirales et le zinc et le cuivre de l'appareil voltaique, peut seul assurer la réussite complète. Voici les expériences.

Une petite auge de cuivre contenait une plaque de zinc, de la superficie de 7/8 d'un pouce carré. J'appelle superficie du zinc, la largeur simplement multipliée par la hauteur, et non le double, comme on l'entend quelquefois. Le fer à cheval, qui auparavant n'avait aucune force sensible, acquit une force magnétique capable de soutenir 12 livres. Dans une seconde expérience le fer soutint 39 livres, et dans une troisième 48 livres. Ces expériences, avec un aussi petit élément, ont été faites en différens jours, et on eut soin de vérifier, avant chaque expérience, que le fer n'avait aucune force magnétique bien sensible.

Voulant essayer un élément galvanique encore plus exigu, je choisis la plus petite de nos monnaies de cuivre, et une plaque de zinc de même diamètre, environ de 3/4 de pouce anglais. Le fer

(1) Il s'agit, dans tout ce qui suit, de la livre anglaise, dite *livre troy*, équivalant à 373,669 grammes ; elle se divise ordinairement en 12 *onces troy*, dont chacune vaut par conséquent 31,139 grammes ; mais l'auteur indique ensuite qu'il suppose la livre partagée en 16 onces ; dans ce cas chacune de ses onces ne vaudrait que 23,354 gr. (R.)

à cheval portait 6 3/4 onces (La pièce de monnaie s'appelle chez nous *un demi-cent*).

Je pris donc deux de ces pièces et je les fis communiquer par un fil de cuivre soudé à l'une et à l'autre. Entre les deux était placé un disque de zinc de même diamètre; le tout était plongé dans une petite auge de bois, remplie de liquide acidulé. Le fer à cheval, que les anglais appellent *temporary magnet*, a soutenu, au moyen de ce simple appareil, 14 3/4 onces.

Je pris alors une monnaie de cuivre, de la valeur double de la précédente, c'est-à-dire d'environ deux centimes de France, et du diamètre environ de 7/8 de pouce anglais. Plongé dans une auge de bois, contenant le liquide conducteur, avec un disque de zinc, de même diamètre, l'aimant temporaire porta 2 livres 5 3/4 onces. J'essayai de la même manière une de nos monnaies d'or, de la valeur d'environ vingt francs de France; l'aimant ne supporta que 13 3/4 onces.

Je pris alors une monnaie d'argent, de la valeur d'environ 50 centimes de France et du diamètre d'environ 3/4 de pouce anglais. Faisant toujours l'expérience de la même manière, l'aimant supporta d'abord 18 livres 3 3/4 onces (la livre de 16 onces).

Dans une auge de bois, toujours très-étroite, j'établis une plaque de zinc de 4 1/2 pouces anglais carrés de superficie, entre deux plaques de cuivre, chacune de la même grandeur. Ces deux dernières communiquaient ensemble par un arc de cuivre. L'aimant supporta 80 livres.

Enfin, je pris une auge de cuivre étroite, dans laquelle plongeait une plaque de zinc, de 10 1/2 pouces carrés. L'aimant, au moyen de cet appareil, soutint le poids énorme pour un si petit élément galvanique, de 224 livres.

Pour faire réussir ces expériences, il est absolument nécessaire que le contact des plaques de zinc et de cuivre avec l'appareil voltaïque, soit bien intime. Si on ne remplit pas cette condition indispensable, on ne réussira que très-imparfaitement. Il faut encore que le liquide conducteur soit fortement acidulé; c'est-à-dire,

en d'autres termes, que pour réussir il ne faut point épargner le zinc.

J'espère que M. Quetelet ne se plaindra plus de ce que j'ai employé de trop grands appareils. Je ne crois pas qu'on ait fait usage d'une plaque plus petite que celle d'un centime; la batterie élémentaire du célèbre Wollaston était encore plus grande.

J'ai dernièrement fait exécuter, à Londres, deux instrumens, pour appliquer l'électro-magnétisme aux instrumens destinés à déterminer la déclinaison et l'inclinaison magnétique. Un de mes concitoyens, M. Van-den-Bos, en eu l'idée. Je crois la chose de quelqu'importance surtout pour les aiguilles d'inclinaison, parce que nous aurons ainsi, sans la moindre difficulté, le moyen de changer à volonté, et autant de fois que nous le souhaiterons, les pôles de l'appareil à inclinaison, opération qui autrement exige bien du temps, et qui est toujours accompagnée de quelque danger pour l'aiguille dont on se sert.

Lorsque l'on s'est une fois bien convaincu que l'étincelle électrique de M. Faraday s'obtient au moyen d'un aimant naturel ou artificiel quelconque, mais de force suffisante, je crois qu'il n'y a rien de mieux, pour voir l'étincelle dans toute sa splendeur, que d'employer l'électro-magnétisme. Un aimant temporaire, formé d'un appareil galvanique d'une force un peu considérable, produit une étincelle bien autrement forte que celle que j'ai vu produire à Londres, avec un aimant ordinaire en fer à cheval, que l'on disait pouvoir soutenir 80 livres, et que l'on montrait au public pour de l'argent.

GÉODÉSIE.

Hauteurs principales du Canton de Fribourg en Suisse; par M. le Prof. J. B. Wière. — Nous avons inséré dans notre Tome XLIII, p. 342 (Cahier de mars 1830) un extrait d'un mémoire de M. le Prof. Wière sur le nivellement du Canton de Fribourg, contenant

quelques-unes des hauteurs principales de ce Canton; nous offrons maintenant à nos lecteurs le tableau complet de ce nivellement, tel qu'il nous a été transmis récemment par l'auteur, distribué selon les deux chaînes de formation diverse qu'offrent les montagnes de cette intéressante région.

A. *Chaîne supérieure, formation calcaire.*

	Au dessus de la mer en pieds de France.
1. La dent de la Brenlaire, la plus haute montagne du canton, sur la rive droite de la Sarine	7353
2. La dent de Follieran, mont conique attenant par sa base à la précédente	7195
3. Sommet de la Hoh-matt, sur la rive gauche de la Jogne; le plus haut point du canton où paissent les vaches	6654
4. Le Reiseregg, mont à l'est du lac Domêne	6318
5. La plus haute chaudière à fromage du canton, sur la Hoh-matt	6212
6. Moléson, mont sur la rive gauche de la Sarine, et formant la ligne de séparation des eaux de la Méditerrannée et de celles de l'Océan	6167
7. La dent de Bourgoz au-dessus d'Estavanens	5827
8. La dent de Broc, sur la rive droite de la Sarine	5660
9. Le chalet adossé à la Hoh-matt	5483
10. Le plus haut point des Morteys où paissent les vaches.	5360
11. Limite des bois, sur le passage des Morteys, à l'est de Follieran	5065
12. Le haut du passage du Gros-Mont, au pied de Brenlaire	4682

13. Chalet au pied du Moléson (Planey)............ ... 4504
14. Le haut du passage du Petit-Mont, au pied de la Hohmatt 3957

B. *Chaîne inférieure, formation de grès.*

15. La Berra sur la rive droite de la Sarine, la plus haute de cette chaîne (le signal)...................... 5332
16. Le Cousinberg, attenante à la précédente........... 4794
17. Le Gibloux, sur la rive gauche.................... 3708
18. Le pré de Lessert, versant de la vallée de Charmey, probablement la plus haute ferme du canton...... 3638
19. Le lac Domène, une des sources de la Singine.... 3269
20. Chalet de Pepin, au pied du Gibloux............. 3259
21. La Val-Sainte, au pied de la Berra............... 3120
22. La Part-Dieu, couvent des Chartreux......... 2861
23. Montevraz, chapelle au pied du Cousinberg....... 2718
24. Le signal d'Obermontenach...................... 2716
25. La ferme de l'abbaye de Marsens................ 2663

C. *Villes et villages.*

26. Bellegarde (maison de ville) le plus haut village du canton................ 3042
27. Le Crêt (l'église) 2821
28. Charmay (l'église)... 2816
29. Planfayon (l'église)............................ 2567
30. Gruyère (le château)........................... 2553
31. Obermontenach (la chapelle)................... 2552
32. Semsales (la verrerie)......................... 2533
33. Châtel-St.-Denis (l'église).................... 2497
34. Estavannens (l'église)......................... 2460

35.	Heitenried (le château)	2447
36.	Romont (la maison de ville)	2400
37.	Avry (l'église)	2392
38.	Bulle (1er étage du château)	2348
39.	La Roche (la maison de ville)	2251
40.	Rue (le château)	2226
41.	Corbières (le château)	2210
42.	Fribourg { le haut de la ville	1939
	Fribourg { le pont de St.-Jean	1630
43.	Surpierre (le château)	1863
44.	Belfaux (l'église)	1827
45.	Montagni (le haut de la montée)	1701
46.	L'échelle (l'église)	1691
47.	Morat (le lac)	1331
48.	Estavayer (le lac)	1330 ½

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

Source de gaz hydrogène, découverte dans un puits artésien, creusé en mai 1833, *aux Gagliarnie près de Pordenone en Frioul, dans une terre du Prince Porcia.* — Diamètre des tubes qui forment les parois du puits, 6 pouces de Vienne.

Détail des couches traversées, et leur épaisseur en partant de la surface du terrain.

Pieds 1. Terre végétale.

5. Gravier.

14. Argile tendre.

45. Gros gravier. Première couche principale.

1. *Imparto*, ou conglomérat de gravier et d'argile, si dur qu'il a fallu trois jours pour le percer.

6. Argile très-compacte.

5. Sable mêlé d'un peu d'argile.

53. **Argile, tantôt plus, tantôt moins compacte, et dans les dernières couches un peu marneuse et de couleur blanchâtre.**

Pieds 130, percés en trente jours de travail.

Lorsqu'on est arrivé à 110 pieds et qu'on a voulu retirer les barres de fer, on a éprouvé une forte résistance, et pendant qu'on s'efforçait de les retirer, l'eau est montée jusqu'à la surface du terrain. Les barres ayant été finalement retirées, l'eau a jailli avec bouillonnement et mélange d'air. On en a approché une lumière, et le gaz s'est enflammé. Le bouillonnement diminua alors, et le gaz sortit tranquillement pendant quelques heures en colonne de 2 à 4 pieds de hauteur. A mesure qu'on a creusé plus avant, le gaz est devenu plus abondant et plus violent. Le 27 mai, l'eau et la flamme s'élevèrent en un cône de plus de 30 pieds de hauteur, et de plus de 6 pieds de diamètre à la base. Après le bouillonnement passé, c'est-à-dire, lorsque le gaz seul est resté maître du passage, la colonne de gaz enflammé a été, pendant deux heures, de 6 pieds de haut; et le 2 juin, ce gaz formait encore une colonne de 2 pieds de hauteur.

Par des tubes, on en a conduit une partie dans la maison du Prince, où l'on a fait une brillante illumination. Le gaz a été reconnu pour de l'hydrogène proto-carburé. Il ne s'arrêtait, à ce qu'il paraît, que parce que l'eau attaquait les parois de la couche de sable qu'on avait traversée et les faisait ébouler, ce qui remplissoit le passage. On allait travailler à faire parvenir des tubes jusqu'à cette couche de sable, pour avoir le gaz sans interruption.

BOTANIQUE.

1) *Genera Plantarum Floræ Germanicæ, descriptionibus et iconibus illustrata;* auct. T. Fr. Lud. Nees ab Esenbeck. Fasc. 1. Bonnæ 1833.—Les Plantes d'Europe ayant été décrites les premières,

et à une époque où la botanique était encore dans l'enfance, on en possède des descriptions et des figures inférieures à celles de plusieurs végétaux exotiques; et comme elles sont censées connues, on ne se donne guère la peine de réparer les négligences nombreuses qui existent à leur égard dans la plupart des livres. Ces négligences sont surtout sensibles en ce qui tient à l'analyse détaillée de leurs caractères génériques. M. Nees d'Esenbeck nous semble donc avoir entrepris un travail éminemment utile, en donnant une série de planches et de descriptions des genres de la Flore germanique, laquelle comprend presque tous les genres de la Flore européenne. Le premier cahier qui vient de paraître, se compose des genres des arbres conifères et amentacés; et comme ces végétaux sont au nombre de ceux dont la fleur offre le plus de difficultés pour l'intelligence de sa structure et l'observation de ses modifications, la manière dont ce cahier est travaillé donne une haute idée de l'exactitude de l'ouvrage. Ce genre de livre n'est pas susceptible d'extrait : mais nous ne saurions trop engager les jeunes botanistes désireux d'études consciencieuses, à se former l'œil par la comparaison habituelle des plantes qu'ils seront dans le cas d'étudier, avec les planches et les descriptions de M. Nees; ils y apprendront à voir toutes les moindres particularités de la fructification, et à les désigner par les termes admis dans la langue de la science. Cet ouvrage contiendra nécessairement peu d'objets nouveaux; mais il apprendra à bien connaître ceux qu'on a le plus souvent sous les yeux. Nous ne saurions que faire des vœux pour son prompt achèvement.

DC.

Concordance botanique. — Nous apprenons que M. Poiret a présenté à l'Académie des Sciences de Paris le commencement d'un ouvrage destiné à rapporter les noms linnéens aux plantes figurées par les anciens auteurs sous des noms différens. De pareils travaux ont été jadis entrepris partiellement par Giseke pour les

grands ouvrages de Plukenet, par Commelyn pour l'*Hortus malabaricus*, et plus récemment par M. de Sternberg pour les ouvrages de Mathiole. Il n'y a aucun doute qu'un pareil travail exécuté sur tous les auteurs principaux de l'ancienne botanique, serait d'une véritable utilité, vu que ces anciens auteurs donnent souvent des détails curieux sur l'histoire et les usages des plantes : mais il est également certain que toute l'utilité de ce travail repose sur l'exactitude avec laquelle il aura été fait et la confiance qu'on pourra lui accorder. L'approbation et l'encouragement donné par l'Académie à l'ouvrage de M. Poiret, doivent faire espérer qu'il a présenté cette condition d'exactitude ; et sous ce rapport nous ne pouvons que joindre nos vœux à ceux du rapporteur pour désirer sa publication. Le rédacteur de cette note le doit d'autant plus qu'il avait déjà, dans sa Théorie élémentaire, appelé de ses vœux la publication d'un pareil ouvrage. DC.

ZOOLOGIE.

Sur la formation des perles.—Le D. Baer de Kœnigsberg repousse l'ancienne hypothèse, reproduite dernièrement par Sir E. Home, selon laquelle les perles ne seraient autre chose que des œufs avortés. Les recherches du Dr. Baer, l'ont conduit aux résultats suivans : — 1° Quoique de véritables perles se trouvent rarement dans les coquilles d'eau douce d'Allemagne, cependant il a réussi à en découvrir dans plusieurs des espèces qu'il a examinées. — 2° Il ne les a jamais rencontrées, ni dans les ovaires, ni dans le foie, ni dans aucun des organes internes. — 3° Les perles étaient toujours placées, au dedans ou au-dessous de la membrane de la valve supérieure, à l'endroit où cette membrane se joint à la coquille.— 4° On observe souvent dans la même partie des tégumens, de petites masses coagulées qui n'offrent cependant aucune trace d'organisation. Il imagine que les perles sont le produit d'un procédé de formation ultérieure, qui a lieu dans ces masses amorphes isolées, et quoique comparati-

vement un petit nombre d'entr'elles subissent cette transformation, cela ne peut être considéré comme une objection à la vérité de l'hypothèse. Il pense que celles qui sont les plus rapprochées de la surface externe des tégumens, sont les seules qui finissent par être enveloppées d'une couche de matière calcaire, parce que leur organisation naturelle se prête à une semblable sécrétion. Cette manière de concevoir la formation des perles est confirmée par le fait que des perles ont été trouvées par d'autres naturalistes, non-seulement dans la position indiquée plus haut, mais encore dans des tégumens libres et détachés, ou dans les *oreilles du manteau*. Les observations de Réaumur, consignées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris (1717), aussi bien que celles de L. D. Herman, qui consacra plusieurs années à l'examen de cet objet, tendent à corroborer l'opinion du Dr. Baer. Les dessins mêmes donnés par Home, témoignent en faveur de l'exactitude du physiologiste allemand; en effet ils offrent les perles placées évidemment dans les tégumens, et dans la partie de ces tégumens qui est opposée au cœur et jusqu'à laquelle les ovaires ne s'étendent jamais. Il est probable que, dans quelques cas, les petites masses molles dont nous avons parlé, se revêtent extérieurement d'une matière calcaire, et que c'est ainsi que se forme la cavité que l'on observe dans plusieurs perles; tandis que, dans d'autres cas au contraire, ces masses sont pénétrées et saturées de la même matière, et produisent alors des perles solides. Que les perles soient simplement des concrétions morbides, c'est ce que l'on peut considérer comme démontré depuis long-temps, d'une manière satisfaisante; le mérite spécial du Prof. Baer consiste à avoir dirigé l'attention sur la coagulation molle qui produit leur formation. Plus la couche du lit de la perle, sur la surface intérieure de la coquille, a d'épaisseur, plus, selon lui, l'individu est capable de convertir ces coagulations en perles. L'auteur reconnaît une autre variété de perles, qui doit sa naissance à la présence de corps étrangers, tels que des grains de sable, etc., entre la coquille et les membranes, corps qui se recouvrent d'une couche de matière perlée. Enfin une troisième, comme on sait, peut être produite en

perçant la coquille, ou même quelquefois, sans lésion extérieure, seulement par le fait d'une sécrétion morbide du manteau. (*Dublin Médical Report.* — *Edinburgh. N. Philos. Journ.* N° 27).

Présence des vers intestinaux dans les yeux des animaux. — Jusqu'à présent on n'a trouvé que rarement et en petit nombre des vers intestinaux dans les yeux des animaux. M. Nordman vient d'en trouver dans tous ceux des poissons, des reptiles et des oiseaux. Dans l'été de 1829, il en trouva un nombre immense dans la plupart des poissons qu'il examina. C'est particulièrement dans l'humeur vitrée, et même dans le cristallin, qu'il les a observés groupés au nombre de 60 à 100 individus. Ils sont en général d'un nouveau genre, celui des Nematodes; il a rencontré deux nouveaux Distomas, de l'espèce des Hydatides, et enfin, très rarement, une espèce de Capulaires. (*Dublin Médic. Journ. Edinb. N. Philos. Journ.* n° 27).

TÉC

208,

orien

GELÉE BLANC.
OU ROSÉE.

RO

R

R

R

F

TÉO

208,77

orient d

Gelée blanc. ou Rosée.	9 h.
	N.N.
	N.N.
	S.O.
	S.S.
	S.
	N.N.
	CAL.
	N.
	N.E.
	N.N.
	CAL.
	S.S.O
	N N.
	O.S.
	N.E.
	N.
	N.N.
	N.N.
	N.N.
	N.N.
	O.
ROS.	E.N.
	CAL.
	S.O.
ROS.	N.N.
	N.N.
	S.O.
ROS.	N.N.
ROS.	N.N.
ROS.	CAL.
ROS.	Ven
	Ven

Faites au Ce

PHASES DE LA LUNE.	JOURS DU MOIS.	BAROMÈT[RE] RÉDUIT A LA TEMPÉRATURE DE [...] 9 h. du mat. pouc.	lig. dix.	Midi. pouc.	lig. dix.	m.
	1	20.	8,2	20.	8,9	
	2	.	10,9	.	11,2	
	3	21.	0,2	21.	0,1	
☺	4	.	0,6	.	0,6	
	5	.	1,6	.	2,0	
	6	.	2,1	.	2,2	na
	7	.	0,1	20.	11,9	ua
	8	.	1,0	21.	1,0	
	9	.	0,3	.	0,4	
	10	.	0,5	.	0,6	
☾	11	.	0,8	.	1,0	
	12	.	1,3	.	1,3	na
	13	.	1,8	.	2,1	na
	14	.	2,4	.	2,4	ua
	15	.	1,8	.	1,6	ua
	16	.	1,4	.	1,3	ua
	17	.	1,2	.	1,2	na
	18	.	1,8	.	1,9	ua
●	19	.	1,8	.	1,7	na
	20	.	2,0	.	2,1	ua
	21	.	2,6	.	2,7	
	22	.	2,4	.	2,3	
	23	.	0,9	.	0,9	
	24	.	0,9	.	1,1	
	25	.	0,5	.	0,4	ua
☽	26	20.	11,8	20.	11,9	l.
	27	.	11,5	.	11,6	ua
	28	21.	0,3	21.	0,4	
	29	.	0,3	.	0,2	
	30	.	0,3	.	0,5	ua
	31	.	0,9	.	1,0	
Moyennes.		21.	0,84	21.	0,92	

ures que celles qu'on fait à GENÈVE.

TAT DU CIEL.	
Midi.	3h ap. m.
serein	serein
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
serein	serein
serein	serein
serein	sol. nua.
neige	neige
serein	serein
serein	serein
serein	serein
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	couvert
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
neige	neige.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol: nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol. nua.
sol. nua.	sol nua.
sol. nua.	sol. nua.
serein	serein



MÉDECINE.

MÉMOIRES SUR QUELQUES CAS DE PARALYSIE TRAITÉS AU MOYEN DE L'ÉLECTRICITÉ PRODUITE PAR DES APPAREILS VOLTAÏQUES, suivi d'un appendice relatif à un nouveau phénomène électro-physiologique; par le Professeur E. MARIANINI. (*Ann. dell Sc. del Regno Lombardo-Veneto*; mars et avril 1833).

(*Second article. Voyez page* 381 *du Tome précédent.*)

SECONDE PARTIE.

Traitemens suivis de quelque amélioration.

1) En octobre 1827, J. B. Forcolin, marinier, âgé de 6 ans, se coucha un soir épuisé par les fatigues extraor- naires qu'il avait supportées ce jour-là et les précédens; lendemain il se trouva dans l'impossibilité de se lever; s jambes n'obéissaient plus à l'action de la volonté. En :u de jours ses cuisses, ses jambes et ses pieds devinrent flexibles; il fut transporté à l'hopital de Venise, où les mèdes les plus forts ayant été inutilement essayés pen- nt près de sept mois, on finit par ordonner l'emploi l'électricité.

Je commençai à traiter le malade par cette voie, le 12 juin 1828; les membres inférieurs, qui étaient inflexibles et privés de tout mouvement, à l'exception du gros orteil du pied gauche, parurent très-peu sensibles à l'action électromotrice: cent couples plongeant dans l'eau de mer, chargée d'une forte dose de sel ordinaire, ne déterminèrent que de très-faibles contractions. Pendant le premier mois du traitement, lequel consistait en 400 secousses par jour, avec les courans ordinaires, les résultats furent satisfaisans, en ce que peu à peu les membres recouvrèrent toute la flexibilité dont ils jouissaient dans l'état de santé, de manière que le malade pouvait s'habiller et se déshabiller seul, et s'asseoir sur un lit, ou sur une chaise. Pendant la quinzaine suivante, le malade gagna un peu de force; lorsqu'il se mettait sur ses pieds, ses genoux ne fléchissaient pas, comme précédemment; mais il pouvait se tenir droit et ferme, en s'appuyant avec les deux mains, ou même avec une seule, sur un lit ou tout autre point fixe, et se traîner ainsi de place en place, pourvu qu'il trouvât des appuis convenablement placés.

Mais les espérances qu'avaient fait concevoir ces améliorations, furent vaines. On continua ce traitement électrique pendant cinq mois et demi, avec très-peu d'interruptions; on porta le nombre des secousses à 6 ou 700, la communication étant établie d'un pied à l'autre, ou de l'épine du dos à l'un des pieds, d'abord dans un sens, celui avec lequel on avait obtenu les premières améliorations, et ensuite en sens contraire. On se servit d'électromoteurs assez puissans, tels que ceux à élémens cy-

lindriques (1), de 100, 120 et jusqu'à 150 paires, dont l'action n'avait rien de pénible pour le malade, bien qu'il éprouvât des contractions plus fortes; on le soumit, pendant des heures entières, à des courans électriques, en faisant agir alternativement deux électromoteurs de 50 à 60 paires cylindriques; mais il fut impossible de lui rien faire gagner pour les mouvemens volontaires. On le laissa en repos depuis le commencement de décembre jusqu'à la fin de mars de l'année suivante; puis on l'électrisa encore pendant vingt jours. On répéta l'opération en novembre de cette même année; mais toujours inutilement; et il fallut se contenter de ce qui avait été obtenu pendant les quarante-cinq premiers jours, savoir la flexibilité des membres, et le peu de force dont nous avons parlé.

Je parlerai plus loin des phénomènes curieux que j'observai en électrisant long-temps de suite cet individu.

2) Mad. M. de Filaresi, après une grave maladie nerveuse, en octobre 1828, demeura affectée d'une hémiplégie incomplète du côté droit. Le bras ne pouvait, ni se soutenir, ni se mouvoir; il ne restait qu'un léger mouvement volontaire dans le pouce, et quelques mouvemens d'extension et de contraction de la main, qui avaient lieu,

(1) Dans les électromoteurs de cette espèce, les élémens positifs ont de petits barreaux de zinc, dont la surface plongée est d'environ quatre centimètres carrés, et les élémens négatifs, des lames de cuivre de trente centimètres carrés, roulées sous la forme d'un cylindre qui enveloppe le barreau de zinc du couple voisin, laissant autour de lui un espace d'un peu plus d'un centimètre (1).

tantôt volontairement, tantôt involontairement. L'état de la jambe était plus satisfaisant; la malade pouvait, non-seulement se dresser sur ses pieds, mais encore cheminer sans appui, bien qu'elle ne pût plier le pied, ni en dedans, ni en dehors.

Tout ce qu'on put obtenir du traitement électrique continué journalièrement pendant deux mois, fut une plus grande flexibilité de la main et du bras, et un peu plus de force, soit dans les muscles du bras, qui devinrent capables de mouvoir l'avant-bras en avant et en arrière, soit dans le membre inférieur, qui permit à la malade de cheminer avec moins de fatigue qu'auparavant.

3) M. J. Trois, affecté d'une paraplégie incomplète depuis plusieurs années, n'avait éprouvé aucun soulagement de l'emploi d'un grand nombre de remèdes divers; plusieurs même lui avaient paru rendre son état plus fâcheux. Le 9 septembre 1830, je commençai, de concert avec M. G. Namias, à l'électriser d'un pied à l'autre avec 300 secousses par jour, et les courans d'usage; l'électromoteur étant formé de 60, 80 et au plus 100 paires. En novembre, on porta le nombre des secousses à 400, et outre les courans ordinaires, on imprima encore quelques centaines de petites secousses données rapidement avec 25 paires. Au bout de soixante séances, la saison força à interrompre le traitement. Le soulagement qu'éprouva M. Trois fut notable. Il se sentait plus de force dans les genoux; lorsqu'il cheminait, ses pieds ne heurtaient plus l'un contre l'autre, comme auparavant; il montait un escalier avec beaucoup moins de fatigue; et en

marchant il était maître d'arrêter ses pas, ce à quoi il réussissait d'abord assez difficilement.

Dans le mois d'octobre, il eut des douleurs dans les cuisses, qui se portaient au ventre et se dissipaient après une évacuation alvine. Quelquefois on l'électrisait pendant ces crises de douleurs, sans qu'elles parussent prendre alors plus de vivacité; et même pendant le circuit, elles semblaient plutôt se calmer. L'application de l'électricité n'accroissait point leur durée. On opérait le matin; lorsqu'on essaya de le faire après le dîner, le malade éprouva après le traitement une sensation de chaleur à la tête, qui durait environ une demi-heure. M. T. avait l'intention de reprendre le traitement électrique au printems, parce que les symptômes favorables, loin de diminuer, s'étaient accrus pendant l'hiver; mais des circonstances particulières ne l'ont pas permis. Au printems de l'année 1832, il a été électrisé de nouveau pendant quinze jours, sans obtenir aucun avantage ultérieur.

TROISIÈME PARTIE.

Traitemens sans succès.

1) M. A. Cobres, remis, au moyen de plusieurs saignées, d'une forte attaque d'apoplexie, qui, en février 1829, avait mis pendant plusieurs jours sa vie en dan-

ger, demeura affecté d'une hémiplégie du côté droit. Le membre inférieur ne pouvait exécuter qu'un petit nombre de mouvemens très-faibles; le bras en était entièrement privé ; ce membre était contracté et ployé presqu'à angle droit, dans la position où on le met pour porter la main au col; appliqué contre le ventre, il ne pouvait en être détaché sans fatigue. Pendant l'été qui suivit, le malade fut soumis au traitement ordinaire des secousses et des courans électriques, pendant environ quarante jours, sans aucun effet.

Observation. — En électrisant ce paralytique, j'ai observé que, lorsqu'on mettait en communication l'épaule avec le pôle négatif, et la main avec le pôle positif, le malade n'éprouvait qu'une secousse très-faible, quoique l'appareil fût très-énergique et formé de 80 paires cylindriques ; lorsque la position était inverse, la secousse était très-violente. Dans mon mémoire sur la secousse qu'éprouvent les animaux, au moment où l'on interrompt la communication entre les pôles d'un électromoteur (1), j'ai montré que les contractions produites par l'action immédiate de l'électricité sur les *muscles*, contractions que j'ai appelées *idiopathiques*, ont lieu, quelle que soit la direction du courant; tandis que les contractions provenant de l'action de cette même électricité sur les *nerfs* qui déterminent les mouvemens des muscles, contractions que j'ai nommées *sympathiques*, ont lieu

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XL, p. 225, et *Bibl. Univ.* T. XLII, p. 166.



seulement quand le courant qui traverse les nerfs, est dirigé dans le sens de la ramification. Il suit de là que, lorsqu'un courant électrique traverse un membre d'un animal, les deux secousses ont lieu simultanément, si ce courant va dans le sens des nerfs, et la secousse idiopathique seule est déterminée, s'il est dirigé en sens contraire. La secousse sera donc plus forte dans le premier cas que dans le second; et c'est ce qu'on peut vérifier par l'expérience, toutes les fois que les communications sont établies de manière que l'électricité passe avec une égale facilité d'une partie à l'autre. Mais une différence aussi grande que celle que m'a présentée le bras de M. C., semble indiquer que les muscles de ce bras avaient perdu une grande partie de leur sensibilité électrique, et qu'au contraire elle était augmentée dans les nerfs.

2) Une paralysie de plusieurs années, consistant en une palpitation, ou un tremblement presque continu de la plus grande partie des muscles du côté droit, et de plusieurs muscles du côté gauche, fut traitée chez M. V. A., âgé de 42 ans, pendant plus d'un mois, par les secousses et les courans électriques passant dans les membres supérieurs et inférieurs, et dans l'épine dorsale; mais on n'obtint aucun effet.

3) Jean Marosa, âgé de 44 ans, perdit, par une inflammation de la moëlle épinière, l'usage des membres inférieurs, et la faculté de les étendre. Les jambes étaient tellement contractées, qu'elles touchaient les cuisses.

Après avoir passé une année entière dans ce triste état, il fut soumis, dans les mois de septembre et d'octobre de l'année 1829, à l'action d'un appareil voltaïque; mais ce remède ne produisit pas plus d'effet que tous ceux qui avaient été employés précédemment, et l'état du malade n'en éprouva aucune amélioration.

Observation. — On faisait passer l'électricité d'un pied à l'autre, ou de l'épine du dos à l'un des pieds. Et on observa que, lorsque le pied gauche communiquait avec le pôle négatif, il se contractait plus fortement que lorsqu'il était en rapport avec le pôle positif, tandis que le pied droit, mis en communication avec l'un ou l'autre pôle, se contractait toujours très-faiblement. Je crois que cette différence provenait de ce que la jambe droite avait perdu la faculté d'éprouver la secousse électrique, par une diminution de susceptibilité des nerfs pour sentir l'effet du courant électrique qui les parcourt dans le sens de leur ramification.

4) M. Abraham Levi, âgé de 55 ans, est depuis plusieurs années sous l'empire d'une hémiplégie, qui consiste dans une espèce de torpeur au bras droit, qui ne lui permet de mouvoir la main et les doigts qu'avec une extrême lenteur; la jambe et le pied correspondans sont encore plus engourdis; et le malade est dans l'impossibilité de plier volontairement le genou, lorsqu'il est debout. Il a été électrisé quarante fois dans les mois d'octobre, de novembre et de décembre 1830. Le malade, à la suite de ce traitement, prétendait éprouver

une grande amélioration dans son état; mais ni moi, ni aucun des assistans, ne purent comprendre en quoi consistait cette amélioration, si ce n'était un peu moins de lenteur dans les mouvemens du pouce et de l'index; ce qu'on put observer tout de suite après la première électrisation.

Observations.— Outre quatre ou cinq cents secousses données par le moyen d'un appareil de 40, 60 ou au plus 80 couples, je lui donnai encore quelques centaines de petites secousses, avec un petit appareil de 20 ou 25 couples; en ayant soin de les rapprocher beaucoup, c'est-à-dire en donnant six ou sept secousses toutes les secondes. Cette manière d'électriser ne produit ordinairement qu'une espèce de picotement ou de chatouillement assez indifférent. M. L. en éprouvait une sensation agréable. Une autre observation qui n'avait pas été faite encore sur d'autres individus, fut que, pendant que le circuit était établi, lorsque le courant allait de la main au pied, ou de la région des vertèbres lombaires au pied, le malade se sentait assez bien. Mais lorsqu'on lui demandait en quoi consistait le bien-être qu'il éprouvait, il ne savait dire autre chose, sinon que, pendant que le courant était établi, il lui semblait avoir la jambe malade dans le même état que la saine. Je suis très-fâché que, par suite de la difficulté qu'éprouvait le malade à exprimer ses idées, depuis l'invasion de la maladie, je n'aie pas pu tirer de lui, quelles modifications il éprouvait dans cette jambe, pendant qu'elle était soumise à l'effet de l'électricité. J'ai supposé que peut-être il éprouvait

habituellement un sentiment de froid, qui cessait par l'effet de la chaleur que produit ordinairement le courant électrique, ou bien que le sens du toucher, tout-à-fait engourdi dans cette jambe, se réveillait et reparaissait dans son état naturel pendant le circuit électrique, en sorte que les objets extérieurs produisaient alors le même effet dans l'une et dans l'autre.

5) Moïse Tedesco, aveugle d'une goutte sereine depuis plusieurs années, voulut, par le conseil de son médecin, essayer l'action de l'électricité. On mettait en communication le pôle positif avec la nuque par le moyen d'un coussinet mouillé, et le pôle négatif était en contact, tantôt avec un sourcil, tantôt avec l'autre; on donnait cent petites secousses chaque fois avec un appareil au plus de 20, 25 ou 30 couples. Depuis le moment où il avait perdu la vue, ce qui avait eu lieu instantanément, le malade était sujet à des maux de tête presque continuels et à des insomnies pénibles, qui ne lui permettaient pas de dormir plus d'une demi-heure de suite. Contre toute attente, après qu'il eut été électrisé quatre ou cinq fois, il fut guéri de son mal de tête, et son sommeil devint doux et tranquille. Je ne sache pas que l'électricité eût jamais produit un effet semblable pour ce genre de mal. Satisfait de cet avantage, et trop persuadé que sa cécité était sans remède, le malade, après quinze jours, abandonna le traitement.

6) Stephano Bozza, âgé de 55 ans, ne se découragea pas si vîte; atteint d'une goutte sereine qui l'avait privé

par degrés de la vue, quatre mois auparavant, il supporta 60 électrisations dans les mois de janvier, février et mars de l'année 1832. L'appareil voltaïque employé était de 20, 25, ou au plus 30 couples. On faisait communiquer un pôle avec la main droite et l'autre avec l'œil gauche, couvrant, avec un coussinet légèrement humecté, le sourcil et la paupière; et quand le coussinet était appliqué sur l'œil droit, l'autre pôle se mettait à la main gauche. Le nombre des secousses, qui fut, dans le principe, de 200, s'augmenta graduellement jusqu'à 600, outre les courans ordinaires; le tout en vain.

Observations. — Pendant le traitement, le malade éprouvait dans l'œil une sensation de chaleur plus ou moins vive, suivant l'énergie de l'appareil. On a aussi observé que, lorsque l'œil communiquait avec le pôle positif, et la main avec le négatif, toutes les fois que le courant était interrompu, cette sensation devenait plus vive pendant quelques secondes, puis cessait peu à peu et disparaissait entièrement, tandis que, lorsque le courant était dirigé en sens contraire, la suspension du circuit électrique amenait à l'instant une diminution dans la sensation de chaleur.

Lorsqu'on électrisait l'œil droit, chaque secousse était accompagnée d'une légère douleur momentanée, vers la tempe, mais seulement quand il communiquait avec le pôle positif; en conséquence, on s'abstenait d'électriser cet œil, ou on le mettait en communication avec le pôle négatif. Il faut dire qu'environ un mois auparavant, M. Bozza avait eu pendant plusieurs jours un rhume

de cerveau, accompagné d'une douleur précisément au même endroit, et dont il se guérit par des sudorifiques et des sangsues.

Pour satisfaire ma curiosité, M. Bozza me permit d'essayer, tous les deux ou trois jours, de lui donner quelques petites secousses, en mettant l'œil droit en communication avec le pôle positif, pour voir si l'effet en était toujours le même, et le phénomène ne manqua jamais. Cependant M. Bozza, ayant eu depuis le 20 au 28 février, c'est-à-dire pendant neuf jours consécutifs, de grandes pertes de sang causées par des hémorrhoïdes, cette douleur à la tempe ne reparut plus, lorsqu'on électrisait l'œil droit comme le gauche, lors même qu'on allait jusqu'à 350 secousses, dont quelques-unes étaient données avec un appareil de 40 couples. Ainsi cette douleur que réveillaient d'abord les secousses, n'était pas l'effet d'une faiblesse produite dans cette partie par le mal lui-même, ou par les remèdes qu'on y avait appliqués; mais elle provenait d'un léger reste du mal, qui n'était perceptible que lorsque le courant électrique venait signaler sa présence

Ne pourrait-on pas penser, que souvent le retour d'une même maladie, au lieu de provenir de ce qu'on appelle une prédisposition, naît plutôt de ce que le mal n'a pas été entièrement dissipé, sans que le malade même s'en doute? Et qui sait si dans quelques cas, les courans électriques appliqués par une main habile ne pourraient pas manifester les restes imperceptibles de la maladie, et engager le malade à continuer les remèdes, pour éviter le danger d'une rechute?

Ni l'un ni l'autre de ces deux malades n'éprouvèrent la sensation de l'éblouissement ou de l'éclair, comme l'éprouvent ceux dont la cécité provient de la cataracte, ou de quelqu'autre vice des humeurs de l'œil. On sait que les chirurgiens ne peuvent pas toujours prononcer si la cécité vient de quelque faiblesse des nerfs, ou d'une altération dans les humeurs de l'œil; peut-être feraient-ils bien de se servir d'un critère qui paraît commode pour résoudre leurs doutes, savoir d'observer si le malade voit, ou non, une lueur semblable à l'éclair, lorsqu'on fait passer par son œil, un petit courant voltaïque.

Directions générales.

Je ferai part ici de quelques considérations générales, qui m'ont été suggérées par l'expérience, relativement au traitement par l'électricité.

Quant à la manière d'agir, la pile voltaïque et l'appareil à couronne de tasses paraissent identiques. Cependant ce dernier est préférable; avec lui on évite plus facilement les courans partiels d'un couple à l'autre, qui affaiblissent le courant principal; il est en outre moins sujet aux variations dans la force du courant, qui peut se modérer ou s'accroître, par degrés insensibles, beaucoup plus facilement que dans la pile.

Si les plaques sont bien polies, les secousses et tous les autres effets physiologiques sont, toutes choses d'ailleurs égales, beaucoup plus prononcés que lorsqu'elles sont oxidées. Par exemple, 25 paires bien polies donnent des secousses aussi fortes que 40 ou 45 qui auraient déjà servi

à douze ou quinze électrisations; en supposant cependant qu'elle n'aient été chaque fois préparées que depuis une heure ou à peu près, et qu'elles soient ensuite très-vîte essuyées.

La première fois qu'on électrise un individu, et lorsqu'on ne connaît point encore à quel degré il est excitable, il faut donner les premières secousses avec un petit nombre de couples, et l'augmenter graduellement jusqu'au point que le malade peut supporter sans peine. Je dirai même qu'il est bon, chaque fois qu'on renouvelle l'opération, de commencer par un plus petit nombre de couples que celui que le malade peut supporter; car l'appareil peut être mieux isolé, ou les communications établies par un meilleur conducteur, et alors l'effet produit sera plus énergique que la veille.

Si l'on opère sur des parties très-sensibles, il faut prendre la même précaution, chaque fois qu'après avoir laissé reposer l'appareil quelques minutes, on recommence à le faire agir, parce qu'il arrive souvent que l'électromoteur déploie une plus grande force, lorsqu'il est monté depuis quelque temps.

L'imprudence de ceux qui pouvant disposer d'un appareil électrique, prennent plaisir à donner à l'improviste de fortes secousses, à des gens qui n'en connaissent point l'effet, est peut-être cause de la répugnance extrême qu'éprouvent quelques personnes à se soumettre à une cure électrique.

Il arrive quelquefois que le paralytique se loue des améliorations subites qu'il éprouve après les premières électrisations, lorsqu'il découvre qu'il peut faire des mou-

vemens qui auparavant lui étaient impossibles; mais dans dans la réalité son état n'a pas changé, et s'il ne faisait pas ces mouvemens, c'est qu'il n'en avait pas fait l'essai. Il conviendra peut-être quelquefois de laisser au malade, son illusion. Mais celui qui l'électrise ne doit pas se tromper lui-même.

Nous avons vû souvent les améliorations dans l'état du paralytique, être accompagnées d'une plus grande susceptibilité pour la secousse électrique; ce fait fut quelquefois le premier indice des progrès obtenus. Il faut dans ce cas faire une grande attention, pour reconnaître si les contractions plus fortes ne proviennent point d'une plus grande activité de l'appareil, soit parce qu'il est mieux isolé, soit parce que la communication avec les pôles est mieux établie. Et enfin, lorsqu'on s'est assuré de l'identité des circonstances, il ne faut pas se flatter trop tôt d'une prochaine guérison, en observant que la contraction des muscles paralysés devient plus forte; parce que nous savons que l'application répétée de cet agent, loin de rendre les organes plus indifférens à ses effets, augmente au contraire leur susceptibilité (1). Il pourrait arriver cependant que cette augmentation de susceptibilité

(1) Volta était parvenu à une telle sensibilité, qu'il apercevait la contraction produite par un appareil de quatre couples. Non-seulement l'action répétée de petits courans électriques rend les nerfs plus sensibles à leur effet, mais il en est de même de l'action instantanée et violente d'un courant très-fort. Nous en voyons la preuve dans le singulier phénomène décrit par le Dr. Fusinieri. Il cite le cas d'un individu, qui, après avoir été guéri de la blessure et de la pa-

pour l'effet de l'électricité, indiquât une moins grande gravité du mal plutôt qu'une véritable amélioration.

CONCLUSION.

Si les faits réunis dans ce mémoire donnent de nouvelles preuves de l'efficacité de l'électricité dans quelques cas de paralysies, lors même qu'elle est appliquée en quelque sorte empyriquement, il serait à désirer qu'elle fût employée plus fréquemment qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, parce que la multiplicité des observations pourra seule faire connaître quelles sont les meilleures méthodes à suivre dans les différens cas qui se présentent.

Un remède aussi peu coûteux, (car avec moins de 20 francs on peut avoir une couronne de tasses de 100 paires), et qui peut servir pendant bien des années; un remède qui non-seulement n'a aucun inconvénient pour le malade, mais qui au contraire lui est le plus souvent agréable; un remède que toute personne peut apprendre en un instant à administrer; remède qui, à ma connaissance, n'a jamais eu de conséquences funestes, et dont le résultat le plus fâcheux est de laisser le malade

ralysie produites au bras gauche par l'effet de la foudre, éprouvait dans ce bras une forte sensation de chaleur, et une diminution de mouvement accompagnée de douleur, toutes les fois que l'atmosphère se chargeait fortement d'électricité. Le même effet était produit par une petite secousse de la bouteille de Leyde. Voyez le *Journal de Physique de Pavie*. Decade II, T. VII, p. 284; et T. VIII, p. 219.

dans le même état où il était avant de l'employer; un tel remède, dis-je, mérite certainement d'être plus fréquemment essayé.

Si je ne me trompe pas, dans les cas même où tout concourt à démontrer l'inutilité de l'électricité pour améliorer l'état physique du paralytique, on devrait l'employer comme un remède moral; car dans une maladie aussi triste que la paralysie, on doit regarder comme un grand avantage tout ce qui peut soutenir, chez le malheureux qui en est atteint, l'espoir de la guérison, et tout ce qui peut lui procurer quelques distractions agréables. Or l'électricité peut également remplir ce double but.

On observe presque constamment que le paralytique entreprend avec confiance la cure électrique, parce que en voyant l'excitation produite avec tant de facilité dans des muscles restés depuis si long-temps immobiles, il se persuade bientôt que sa maladie n'est pas incurable, et que, puisque ses muscles sont susceptibles de sentir le stimulant du courant électrique, il ne serait pas impossible qu'avec le temps ils pussent reprendre la faculté d'obéir à la volonté. Combien, en effet, ne peut-on pas soutenir le courage du malade, lorsqu'on peut lui dire avec vérité, que dans plus d'un cas semblable au sien, la cure électrique a été couronnée du plus heureux succès; que, quelque légers que soient les effets qu'on observe pendant l'électrisation, il arrive quelquefois que les progrès augmentent assez long-temps après la fin de la cure; que l'électricité a produit de grands effets, même dans les paralysies les plus anciennes; que si la cure actuelle ne réussit pas, il ne serait pas impossible qu'en la reprenant au bout de

quelque temps, on obtînt plus tard l'effet désiré, parce qu'on a observé que l'électricité agit avec plus d'efficacité sur les paralysies anciennes que sur les nouvelles? Je ne disconviens pas que de telles espérances ne seront souvent suivies d'aucun effet réel; mais cependant elles auront agi sur le moral du malade. Chacun sait que l'espérance rend moins pénible la longueur de la souffrance, et peu à peu le malheureux s'habituant à son état, se dispose plus facilement à la résignation, unique, mais puissant soulagement aux maux sans remède.

Il serait difficile de trouver une médication mieux faite pour distraire le malade de son mal; car en voyant un effet si surprenant, produit par un moyen si simple en apparence et qui est à la portée de tous, le malade est disposé à l'admiration; il écoute avec plaisir l'histoire d'une si importante découverte; et si le bienfaisant opérateur ne dédaigne pas de lui faire connaître de temps en temps quelques-uns des phénomènes de l'électricité, tels par exemple que la saveur excitée sur la langue, l'éclair qui brille dans les yeux, lorsqu'on fait passer un courant électrique dans ces organes, les effets merveilleux produits sur les grenouilles et sur l'aiguille aimantée, l'oxidation des métaux, la décomposition de l'eau, l'étincelle électrique, etc., il lui procurera certainement une distraction propre à lui réjouir l'âme. A cette occasion, je peux citer l'exemple d'un individu, qui se voyant, à la fleur de l'âge, privé de la faculté de se mouvoir, essaya tous les remèdes que peut inventer l'art de guérir, sans en excepter les plus douloureux : n'en éprouvant aucun effet, il tomba dans un chagrin et un découragement qui

auraient pu avoir les effets les plus fâcheux, sans le secours de l'électricité, à laquelle il recourut enfin. Ce remède ne produisit pas un grand changement physique dans son état; mais le moral y gagna tellement qu'il y a bientôt près de quatre ans qu'il supporte son malheur avec une résignation admirable.

Je conclurai donc en disant que la probabilité de pouvoir être utile, dans des cas dignes de commisération, doit être un puissant motif pour engager les médecins à faire usage des moyens électriques dans le traitement de la paralysie; mais ce n'est pas le seul. Parmi les phénomènes électriques, ceux qui touchent à la physiologie sont certainement ceux qui nous intéressent le plus, et cependant ils n'ont pas encore été assez étudiés pour qu'on puisse dire qu'on les connaît dans toute leur étendue. L'application plus fréquente de l'électricité aux malades, pourra présenter aux yeux de l'observateur attentif, des faits nouveaux, et accroître nos connaissances dans cette branche importante de la science. Nous avons déjà quelques preuves de cette vérité dans les observations ci-dessus indiquées, et nous en aurons une nouvelle dans l'appendice suivant.

(*La fin au Cahier prochain.*)



CHIMIE.

DE LA FORMATION DU SUCRE DANS LA GERMINATION DU FROMENT ; par M. TH. DE SAUSSURE ; lu à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, le 21 mars 1833. (*Mémoires de cette Société*; T. VI Part. I.)

Lorsque M. Kirchoff eut produit une substance sucrée dans l'espace de dix ou douze heures, en traitant à la température de 40° à 60° R. du gluten sec pulvérisé avec une double quantité d'amidon qu'on réduit à l'état d'empois, il jugea que la formation du sucre par la germination pouvait s'expliquer par une cause analogue, savoir, par l'action réciproque du gluten et de l'amidon dans la graine (1). Comme il n'a donné aucun développement à son opinion, je m'en occuperai dans cette notice.

Je vais exposer les produits (2) qui m'ont été fournis par le froment, avant et après sa germination, pour qu'ils servent de comparaison aux résultats subséquens. La graine germée et non germée, ainsi que les produits des analyses, ont été réduits à l'état sec par un bain-marie bouillant. La

(1) *Beit. z. Chem. and Phys.* von *Schweiger*. B. 14 S. 889.

(2) Ces analyses, qui auraient pu être poussées beaucoup plus loin, contiennent les résultats essentiels au sujet dont je m'occupe.

germination s'est faite sur une assiette, à l'aide de l'eau seule, où 35 grammes de froment ont poussé dans quatre jours des tigelles d'un à vingt millimètres, sous une température extérieure de 20° à 23° C.

Cent parties de blé ont fourni, avant la germination,

Amidon	72,72
Gluten	11,75
Dextrine gluténique	3,46
Sucre gluténique	2,44
Albumine	1,43
Son	5,5
	97,3

Cent parties de blé germé ont fourni :

Amidon	65,8
Gluten	7,64
Dextrine gluténique	7,91
Sucre gluténique	5,07
Albumine	2,67
Son	5,6
	94,69

La germination a formé 2,6 de sucre et 4,5 de dextrine; elle a fait disparaître 6,9 d'amidon et 2,9 de gluten, en y comprenant l'albumine (1), qui s'en rapproche beau-

(1) Quoique le gluten de Beccaria, dont il s'agit dans cette analyse,

coup, et qui en fait l'élément le plus abondant. La solution aqueuse de ce sucre, qui n'a point encore été analysé, rougit le tournesol; elle est précipitée abondamment, ainsi que la solution de dextrine gluténique, par l'infusion de noix de galle et par le sous-acétate de plomb. Les solutions de dextrine et de sucre, qui se forment en traitant l'empois d'amidon et le gluten à une température de 40° à 60°, présentent avec ces réactifs les mêmes caractères. J'ai donné à ces espèces de dextrine et de sucre l'épithète *gluténique*, pour les distinguer des autres espèces de sucre et de dextrine, et en particulier de celles qui se forment par la fermentation de l'amidon seul, et par le traitement de ce dernier avec l'acide sulfurique. Ces dernières n'offrent pas, avec les réactifs cités, les effets que je viens d'indiquer.

La promptitude avec laquelle on forme du sucre, en traitant à la températnre de 40° à 60° R. l'amidon et le gluten, la présence de ces substances dans les céréales, le peu de temps que ces graines emploient à produire du sucre par la germination, et enfin l'identité des effets que les sucres obtenus par ces deux procédés présentent

contienne une grande proportion d'albumine, j'ai compris particulièrement par cette dernière, ainsi qu'on l'a fait ordinairement dans les principes du froment, la substance qui se sépare par l'évaporation à siccité des liqueurs aqueuses de dextrine et de sucre, en répétant à plusieurs reprises la dissolution et la dessiccation. J'ai adopté le nom nouveau de *dextrine* donné par M. Biot au produit improprement désigné par celui de *gomme* dans la décomposition de l'amidon et dans plusieurs sucs végétaux.

avec les réactifs, sont bien propres à faire admettre que les deux saccharifications sont dues à la même cause, ou à l'action du gluten sur l'amidon, en admettant cependant dans la germination une production de chaleur que j'examinerai dans la suite.

M. Cruikshanck a cru prouver que la présence de l'air était indispensable à la formation du sucre dans les graines, parce qu'il a trouvé que cette production n'avait pas lieu dans l'orge humectée sans le contact de l'air (1).

Si cette opinion était admise, elle s'opposerait à l'analogie qu'on trouve d'ailleurs entre le résultat de la végétation et celui qu'on obtient par le procédé artificiel de Kirchoff; car j'ai montré (2) que la présence de l'air n'exerçait pas d'influence notable sur les produits du procédé artificiel; mais M. Cruikshanck n'a pas vu que l'air et la germination ne font qu'accélérer la production du sucre, qui aurait eu lieu avec plus de temps sans ces influences. On en jugera par les observations suivantes.

Je n'ai pas obtenu, à la température de 18° à 23°, une quantité notable de sucre et de gomme, par le séjour du blé sous l'eau, sans le contact de l'air, pendant quatre jours, soit pendant le temps où elles en formaient par la germination une quantité très-marquée, ainsi qu'on l'a vu précédemment, mais en prolongeant le séjour des graines sous l'eau sans le contact de l'air pendant six

(1) *Annales de chimie*, T. XXV.

(2) *Observations sur la décomposition de l'amidon par l'action de l'air et de l'eau*, Ann. de Chim. et de Phys. T. XI.

mois ; cent parties des graines sèches soumises à cette expérience, ont fourni par leur altération (1) :

Amidon	61,81
Gluten	0,81
Dextrine gluténique	1,93
Sucre gluténique	10,79
Albumine	8,14
Son	4,07
Gaz acide carbonique	3,38
	90,93

Acides acétique, lactique, et alcool, quantités indéterminées.

En comparant les produits de la germination avec ceux d'une fermentation prolongée, on voit que cette der-

(1) Le fermentation précédente a été établie en renfermant dix grammes de froment, avec quatre fois leur poids d'eau, dans un matras vide d'air et qui avait une capacité suffisante pour que le gaz acide carbonique qui a été évalué séparément par un autre appareil, pût la remplir. La graine ne s'est point déformée; la liqueur surnageante, qui est devenue très-acide dans cette fermentation, a fourni, par une distillation partielle, un produit aqueux où j'ai reconnu la présence de l'acide acétique et de l'alcool. La densité de la liqueur distillée était 0,997, à la température de 12°, relativement à l'eau au même degré. Le froment, qui ne s'était point coloré sans le contact de l'air, a donné par sa présence pendant l'analyse, des produits où l'albumine, le sucre et la dextrine sont devenus presque noirs. L'amidon, d'abord blanc, a pris par le même effet une couleur grise, et avait, dans l'état d'empois, une acidité que les lavages répétés n'ont pu lui enlever.

nière opération a produit environ trois fois plus de sucre que la première. L'absence d'une grande proportion de dextrine dans les produits de la fermentation, peut être seulement l'effet d'une transition, parce que, dans d'autres opérations de ce genre, on a trouvé que l'amidon passait successivement à l'état de dextrine avant d'être converti en sucre.

On peut demander s'il convient d'attribuer la formation du sucre au gluten de Beccaria, ou seulement à l'un ou à quelques-uns de ses principes immédiats.

M. Berzélius, qui a examiné ce gluten avec plus de soin qu'on ne l'avait fait précédemment, y a reconnu trois substances essentielles dont je vais rapporter les principaux caractères.

1° L'albumine végétale, complétement insoluble dans l'alcool, et que Taddei avait qualifiée du nom de zimome. Cette substance, imprégnée d'eau, n'a aucune des propriétés physiques ou extérieures du gluten, quoique, d'après mes résultats, elle en forme, dans l'état sec, les $\frac{3}{4}$ ou les $\frac{72}{100}$.

2° Une substance glutineuse (à laquelle M. Berzélius a conservé le nom de gluten), qui, dans l'état humide, a les caractères extérieurs du gluten de Beccaria dans un degré éminent; elle est soluble à froid et à chaud dans l'alcool; elle est presque insoluble dans l'eau; nous la désignerons sous le nom de *glutine*, pour qu'on ne la confonde pas avec le gluten de Beccaria, qui est la réunion des principes dont nous nous occupons, et dont

(1) *Traité de chimie*, T. V. p. 265.

la glutine ne forme environ, d'après mon analyse, que la cinquième partie.

3° Une substance mucilagineuse que j'appellerai *mucine*; elle diffère particulièrement de la glutine en étant plus soluble dans l'eau, en formant avec l'alcool bouillant une solution qui se trouble et obstrue les pores des filtres par son refroidissement; elle se dessèche en une substance grenue, transparente, adhérente au verre; elle offre, en brûlant, les caractères des matières animales; d'ailleurs cette substance n'est connue que d'une manière imparfaite. La réserve de Berzélius à ce sujet tient probablement à la difficulté d'obtenir ce composé sans mélange des autres principes du gluten. D'après mes résultats, la mucine impure, sèche, et telle que je l'ai employée, ne forme au plus que les $\frac{4}{100}$ du gluten sec (1).

Cette mucine a été obtenue en traitant à plusieurs reprises par l'ébullition avec de l'alcool, le gluten non desséché, en filtrant les liqueurs bouillantes, en les mêlant ensuite avec leur volume d'eau, en réduisant par l'évaporation au bain-marie le mélange à un seizième de son volume, en l'éclaircissant par le repos et par des additions ultérieures d'eau pendant l'évaporation, jusqu'à ce que la dissolution froide ait été transparente, et ait pu être séparée de la matière insoluble. L'évaporation à sic-

(1) On doit entendre ici par cette expression la dessiccation qui a lieu à l'air libre et à la température atmosphérique. 100 parties de ce gluten pulvérisé ont perdu 8,62 par le desséchement sur un bain-marie bouillant. Elles fournissaient environ une partie de cendres.



cité de cette liqueur, a donné la mucine dont je m'occupe, et qui m'a offert les propriétés suivantes. Lorsqu'on la traite avec elle, l'eau ne s'y redissout pas entièrement; la partie insoluble a les caractères extérieurs de la glutine. La solution transparente de la mucine se trouble par le refroidissement. Cent parties d'eau à la température atmosphérique ne m'ont paru pouvoir dissoudre par un premier traitement que quatre parties de mucine. Cette solution ne change pas les couleurs végétales employées comme réactifs. L'eau qui contient un cinquantième de son poids de mucine en dissolution, est fortement troublée par l'infusion de noix de galle, et par le sulfate ferrique.

Elle est légèrement troublée par l'alcool, par les carbonates alcalins, et par l'oxalate d'ammoniaque.

Elle n'est pas notablement troublée par l'ammoniaque, par l'eau de chaux, par l'eau de baryte, par l'acétate et le sous-acétate de plomb, par le chlorure mercurique, et par le cyanure ferroso-potassique.

La partie de la mucine qui est insoluble dans l'eau, et qui en fait environ les trois quarts, se dissout dans l'acide acétique, en laissant un résidu qui y est presque insoluble, et qui retient, malgré des lavages répétés, soit avec l'alcool, soit avec l'eau, une quantité d'acide suffisante pour communiquer à l'eau la faculté de rougir le tournesol. Ce résultat m'a empêché d'employer le procédé de Berzélius, qui fait intervenir le vinaigre pour séparer la mucine du gluten. Cette matière presque insoluble dans le vinaigre fournit avec l'hydrate-potassique très-étendu, une solution brune, qui présente avec les réactifs tous les effets de l'albumine du gluten dissoute par cet alcali.

La mucine est insoluble dans l'éther.

La solution aqueuse de mucine se putréfie promptement en donnant une réaction alcaline; mais dans l'état sec, la mucine est inaltérable à l'air.

Pour rechercher si dans la saccharification de l'amidon par le gluten, un des trois principes immédiats cités plus haut (1), agit exclusivement aux autres, j'ai placé séparément, pendant dix heures, à une température de 40° à 60°R. dans un bain-marie, chacune de ces substances avec deux fois leur poids d'amidon, et la quantité d'eau requise pour réduire ce dernier en colle. Une opération semblable a été faite avec le gluten.

100 parties d'amidon dans le mélange qui contenait l'albumine, en ont fourni 2 de dextrine, et une quantité douteuse, ou $\frac{1}{400}^{me}$ de sucre.

(1) Indépendamment de ces principes, et d'une petite quantité accidentelle d'amidon dont on ne dépouille pas le gluten, il m'a fourni, dans l'état récent, sur cent parties pulvérisées, traitées à plusieurs reprises avec l'éther sulfurique, 3,7 parties d'huile fixe, jaune, liquide, mêlée de quelques cristaux huileux; elle se rancit promptement, et elle cristallise partiellement avec le contact de l'air. 100 parties d'alcool (densité 0,807) peuvent dissoudre environ 1,5 partie d'huile récente, à la température de 15° C. Cette dissolution, soumise à une température inférieure de quelques degrés à la précédente, dépose une stéarine blanche. Lorsque l'huile est rance, la séparation de la stéarine n'a pas lieu. Toute l'huile du froment n'adhère pas seulement au gluten: l'amidon le plus pur du commerce la fournit; pour l'obtenir on dissout l'amidon de froment par une très-courte ébullition dans vingt fois son poids d'acide sulfurique délayé (1 d'acide, 15 d'eau), on sépare par la filtration et les lavages répétés, le résidu indissous, dont le poids, dans l'état sec, présente un procédé

100 parties d'amidon dans le mélange avec la glutine, ont produit 6 de dextrine et $1\frac{3}{4}$ de sucre. Je dois remarquer ici que la séparation complète de la mucine d'avec la glutine étant indéterminée, il est douteux que ces légers produits puissent être attribués à la glutine.

Dans le mélange avec la mucine, 100 parties d'amidon en ont fourni 22 de sucre, et 15 de dextrine.

Lorsque j'ai fait l'opération avec le gluten de Beccaria, 100 parties d'amidon en ont produit $16\frac{1}{2}$ de dextrine et $14\frac{1}{2}$ de sucre, soit une quantité moindre d'un tiers qu'avec la mucine.

En considérant la difficulté d'isoler entièrement les principes du gluten, on peut conclure des résultats précédens que la mucine possède éminemment la faculté de

facile pour évaluer à plusieurs égards le degré de pureté de l'amidon; on traite ce résidu avec de l'alcool bouillant; son évaporation fournit l'huile plus épaisse ou plus oxigénée, et plus soluble dans l'alcool que lorsqu'on la retire du gluten récent. On voit nager cette huile sur la liqueur chaude qui s'est formée par une ébullition de 40 heures avec l'acide sulfurique et l'amidon, suivant le procédé de Kirchoff, pour en obtenir du sucre. Cette liqueur m'a fourni d'ailleurs, par filtration, un résidu indissous, qui, traité par l'alcool, lui a abandonné en dissolution l'huile dans l'état concret ou sébacé; elle tache le papier comme un corps gras; elle présente une aggrégation confuse de cristaux prismatiques; elle est fusible à 45° C.; elle brûle avec une flamme blanche, mêlée de fumée; elle se combine facilement avec les hydrates de potasse et de soude, et elle n'éprouve qu'une faible décomposition par la distillation. Mille parties d'amidon de froment produisent 5 ou 6 parties d'huile cristallisée. L'amidon de pomme de terre donne par les mêmes procédés un produit huileux qui n'est pas un cinquième de la quantité précédente.

changer l'amidon en sucre dans le procédé de Kirchoff, et que les autres principes du gluten n'ont que peu ou point cette propriété.

Ces observations ne sont pas sans utilité; car on doit présumer qu'on trouvera dans les végétaux des principes plus faciles à extraire, et plus appropriés que la mucine impure à la conversion de l'amidon en sucre, et par conséquent à la production de l'alcool. M. Kirchoff a déjà reconnu que la propriété saccharifiante du gluten de l'orge s'étend sur une quantité d'amidon supérieure à celle qui est contenue dans la graine; en sorte que, si l'on mêle une partie de malt, grossièrement moulu, avec 2 parties d'amidon et 4 parties d'eau, et qu'on ajoute au mélange 14 parties d'eau bouillante, on obtient une liqueur très-sucrée (1); mais on n'a encore aucune évaluation numérique de ce produit.

Pour suivre la comparaison entre ces saccharifications artificielles et celles de la germination, nous devons examiner s'il s'opère dans cet acte de la végétation une élévation de température. On a jugé qu'elle s'y produit d'après les résultats obtenus dans la préparation de la drèche. Thomson a vu l'orge entassée dans ce but élever sa température à 38° C. (2), en poussant dans une seule nuit des radicules de treize millimètres.

(1) *Beit. z. Chem. und Phys.* vom *Schweig.* B. 14, et Traité de chimie de Berzélius, T. V, p. 274.

(2) *Syst. of Chemistry*, vol. IV, p. 312. On peut ignorer si ces 38° indiquent la température absolue des graines germantes, ou s'ils sont la différence entre la chaleur des graines avant et après la ger-

Comme on n'a fait cette observation que sur l'orge, et que par ce procédé, j'ai essayé de la vérifier sur d'autres graines, en employant une quantité de semence beaucoup moindre que celle qu'on accumule pour la préparation de la drèche, et qu'on peut évaluer à plus d'un quintal d'orge, formant une couche de plusieurs pouces d'épaisseur.

J'ai fait gonfler dans l'eau, pendant vingt-quatre heures, cent quarante grammes de pois pour les disposer à la germination; après les avoir égouttés, j'en ai rempli une capsule cylindrique, qui avait environ huit centimètres de diamètre et de hauteur. Les graines ont été maintenues humides par une petite éponge humectée, qui n'empêchait pas l'air de circuler dans leurs interstices : un thermomètre, dont chaque degré avait douze millimètres, était suspendu au milieu du vase. Pour être moins trompé par le temps que le thermomètre placé au milieu des graines, employait à être influencé par les variations de l'air extérieur, je n'ai évalué la température de ce dernier que par un thermomètre plongé dans un vase plein d'eau, d'une forme et d'une capacité égale à celui des graines germantes.

Vingt-quatre heures après ces dispositions, et avant que les pois commençassent à germer, leur température était de 0°,6 plus élevée que celle du thermomètre extérieur : au bout des vingt-quatre heures subséquentes, ils germaient,

mination. Ce résultat a été obtenu en ne remuant pas la couche d'orge. L'auteur s'exprime ailleurs plus explicitement, en disant que, lorsqu'on l'a remuée, elle a acquis en germant une température moyenne de 7°,7 sur celle de l'air environnant.

et leur température excédait d'un degré celle du thermomètre extérieur qui approchait du 15° C. Dans les cinq jours suivans, cet excès de chaleur s'élevait en moyenne à 1°,44. Dans les neuf jours suivans, les pois étaient pourvus de leur plumule; et leur excès moyen de température était de 0°,87. Un mois après l'établissement de l'expérience, ils ne paraissaient pas souffrir, et leur excès de chaleur était réduit à 0°,6 (le therm. ext. étant à 15°) : il a été encore long-temps sensible, mais en diminuant en raison du développement des parties vertes, et de l'épuisement des cotylédons.

Des expériences dont je supprime ici le détail, m'ont prouvé qu'une lésion à la surface des graines qu'on dispose à la germination, augmente la destruction du gaz oxigène pendant leur développement, sans cependant l'accélérer, ni le retarder dans le début (1), si cette lésion n'attaque pas le germe.

J'ai fait cette opération sur les pois de deux manières, l'une par la soustraction d'un petit segment qui paraissait enlever ou détruire le germe, et l'autre par la soustraction d'un segment qui était égal au précédent, mais qui

(1) L'époque de la première germination ne m'a paru, ni accélérée, ni retardée par cette lésion; mais après cette époque, les pois mutilés qui ont conservé le germe, ont fait de plus grands développemens que les pois entiers. Quinze jours après l'établissement de l'expérience, les premiers avaient des plumules de huit centimètres, tandis que celles des seconds n'avaient que la moitié de cette longueur. Ce résultat dépendait peut-être de leur accumulation, soit de la plus grande chaleur produite par leur réunion, car je n'ai pas obtenu cette différence avec des graines isolées.

n'attaquait pas cet organe. Les graines mutilées par ces deux procédés, qui leur laissaient en moyenne le même poids, ont été placées, en même temps que des graines intactes, dans les milieux essentiels à la germination. Les premières ont consumé dans le même temps plus d'oxigène que les semences entières; mais les mutilées qui conservaient le germe, ont détruit beaucoup plus d'oxigène que celles qui étaient blessées sur le côté opposé.

En appliquant aux pois mutilés les mêmes procédés que j'ai décrits pour déterminer l'élévation de température que les pois entiers produisent par la germination, j'ai trouvé que leur chaleur suivait une marche à peu près conforme à la destruction du gaz oxigène dans ces différentes circonstances, c'est-à-dire, que les pois entiers produisaient un peu moins de chaleur, soit un quart de degré de moins que les pois mutilés, et que dans ces derniers ceux qui conservaient le germe s'échauffaient plus à poids égal que ceux qui paraissaient dépourvus de cet organe. Malgré cette privation, ceux-ci ne se sont point corrompus dans les dix premiers jours de l'expérience, et ils n'ont pas laissé de faire quelque développement.

Les graines consument en temps égal moins de gaz oxigène, lorsqu'elles commencent à germer, que dans les jours suivans, où la germination est plus avancée; leur échauffement spontané suit la même marche.

La différence très-considérable entre mon résultat et le degré de chaleur observé par M. Thomson dans la germination de l'orge, dépend principalement de la beaucoup plus grande quantité de graine soumise à la préparation de la drèche, qui a été moins dépouillée, par les corps

environnans, de la chaleur produite. Cette dernière a provoqué, dans la végétation, un développement plus rapide, qui est devenu lui-même une nouvelle source de chaleur.

L'orge et le blé que j'ai soumis à la germination en même quantité et dans les mêmes circonstances que les pois, y ont acquis une température à peu près semblable à celle que j'ai assignée plus haut à la germination de cette dernière graine. La marche et la durée des résultats ont eu trop d'analogie pour qu'il soit nécessaire de les rapporter.

La différence entre la chaleur des graines germinantes, et celle de l'air extérieur, est plus grande entre certaines limites, lorsque la température de ce dernier est plus élevée; ainsi la plus grande différence entre les températures du blé en germination et de l'air extérieur, était de 1°,4° lorsque le thermomètre extérieur était à 15°; mais dans des circonstances d'ailleurs égales, cette différence était diminuée d'un quart lorsque le thermomètre extérieur était à 11°.

J'ai recherché si les pois imprégnés d'eau s'échauffent en fermentant sans le contact de l'air; dans ce but les graines, qui pesaient sèches 140 grammes, ont été, après leur tuméfaction par l'eau, renfermées dans une bouteille qui en était pleine. L'air contenu dans les interstices des pois, a été remplacé par de l'eau; on a fermé ce vase avec un bouchon luté et traversé par un thermomètre et par un tube qui donnait dans du mercure une issue aux gaz formés par la fermentation. Elle n'a développé dans les pois aucune chaleur sensible, quoique le dégagement des gaz ait été très-abondant.

J'ai répété alors l'expérience par le même procédé, sur

une quantité de graine environ dix-neuf fois plus grande, ou sur 2700 grammes de pois renfermés sans air avec de l'eau dans un ballon de verre. Leur température s'est élevée, au maximum, d'un tiers de degré sur celle de l'air extérieur, qui était de 16° à 18°. Cet excès s'est maintenu pendant douze jours, où les gaz se développaient le plus abondamment; il a été ensuite successivement en diminuant avec l'émission des gaz. Au bout d'un mois, terme où j'ai discontinué ces observations, l'excès de la chaleur des pois sur l'air extérieur était environ d'un neuvième de degré.

Ces résultats montrent que le gaz oxigène atmosphérique est la principale cause de la chaleur produite dans la germination, mais qu'on ne saurait attribuer avec certitude cet effet uniquement à ce gaz, puisque la fermentation sans le contact de l'air, produit, quoique avec beaucoup moins d'intensité, un résultat dans le même sens.

L'élévation de température par la germination des graines qui ne sont pas accumulées en grande masse, est trop faible pour être assimilée à la chaleur artificielle employée pour la saccharification du mélange de gluten et d'amidon; mais nous devons considérer que les productions du sucre sont proportionnelles à l'intensité de cette influence, ou que, s'il y a moins de chaleur dans la germination d'une petite quantité de graines que dans le procédé artificiel, il y a dans le premier cas une formation de sucre beaucoup moindre. Nous devons remarquer encore que dans l'opération artificielle l'amidon est dans l'état d'empois qui présente l'amidon plus divisé que dans la graine où il se trouve à l'état de *globuline*; d'ailleurs nous n'avons

point fait ces comparaisons dans le but trop élevé d'établir un rapprochement complet entre les procédés de la végétation et ceux de nos laboratoires, mais dans l'intention de présenter des nouvelles observations sur quelques points obscurs de chimie organique.

P.S. On voit par la date de ce Mémoire, qui a été lu à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, le 21 mars 1833, que mes observations sur la *mucine*, ou sur le principe saccharifiant contenu dans le gluten du froment, sont antérieures à celles de MM. Payen et Persot sur le principe analogue qu'ils ont appelé *Diastase* dans l'orge germée. Ces dernières sont connues par le rapport qu'en a fait M. Dumas à l'Académie Royale des Sciences de Paris, le 17 juin 1833. J'avais d'ailleurs communiqué le 3 mai à ce savant mes observations sur cet objet.

Genève, 29 *juillet* 1833.



HISTOIRE NATURELLE.

MÉMOIRE SUR LA QUESTION DE SAVOIR SI DES ANIMAUX TERRESTRES ONT CESSÉ D'EXISTER DEPUIS L'APPARITION DE L'HOMME, ET SI L'HOMME A ÉTÉ CONTEMPORAIN DES ESPÈCES PERDUES, OU DU MOINS QUI NE PARAISSENT PLUS AVOIR DE REPRÉSENTANS SUR LA TERRE; par M. MARCEL DE SERRES.

Nous avons déjà prouvé par un grand nombre de faits, que des ossemens humains et divers objets d'art se trouvant dans les limons où l'on découvre des espèces aujourd'hui perdues, ce mélange n'avait pu avoir lieu que parce que ces espèces s'étaient éteintes depuis l'apparition de l'homme. Mais l'on peut arriver à la même conséquence par des preuves d'un autre genre que les faits géologiques, et c'est ce que nous allons essayer de démontrer.

Ces preuves peuvent être tirées : 1° des animaux représentés sur les monumens antiques, et qui, tout en réunissant toutes les conditions nécessaires à la possibilité de leur existence, n'ont plus cependant de représentans sur la terre, d'où suit la conclusion naturelle qu'ils doivent s'être perdus, comme certaines de nos espèces fossiles ou humaines;

2° des débris d'animaux ensevelis dans les tombeaux antiques, et que l'on ne retrouve plus parmi les races vivantes.

Pour que la première de ces conclusions soit exacte, il faut, avant tout, prouver que les statuaires et les peintres de l'antiquité s'étaient fait des idées justes et précises sur les diverses conditions d'existence auxquelles sont soumises les espèces organisées, et que dans toutes leurs productions, même dans celles qui semblent les plus bizarres, ces artistes ont eu en vue l'imitation de la nature et le désir de ne point s'écarter de la vérité. Les peintures et les statues des écoles grecque et romaine étudiées, non-seulement avec un intérêt que leur beauté inspire, mais encore avec l'intention d'en démêler l'exactitude, inspirent bientôt une confiance entière au naturaliste qui les examine. Cette confiance ne doit pas en effet être moindre que celle que nous accordons aux dessins de nos artistes modernes, destinés à reproduire les espèces nouvelles que nous découvrons chaque jour.

Les monumens antiques de l'Égypte, mais surtout ceux de la Grèce et de l'Italie, présentent un grand nombre d'animaux sculptés ou figurés. Ces animaux appartiennent, les uns à des espèces réelles, les autres à des êtres fantastiques. Les derniers ne sont pourtant pas un simple jeu de l'imagination ; les parties diverses dont ils se composent, paraissent constamment des portions ou des moitiés d'espèces réelles et existantes, dont chacune offre une représentation exacte de la partie de l'être qu'elle rappelle. Si donc dans la composition de ces êtres imaginaires, les anciens avaient si bien suivi la nature, com-

ment douter qu'ils ne l'aient fait, pour les êtres réels dont ils ont coordonné toutes les parties, de manière à ne point rappeler plusieurs animaux différens?

Si parmi ces derniers, il en est dont on ne trouve point de traces sur la terre, ne doit-on pas en conclure, que leurs espèces se sont éteintes depuis les temps historiques? Pour faire saisir la justesse de cette conclusion, il nous suffira de prouver que les artistes de l'antiquité avaient des idées exactes sur les relations qui existent entre les diverses parties d'un même animal et le but qu'il doit remplir. A la vérité elles ne constituaient pas encore pour eux un véritable corps de doctrine; mais du moins ils en faisaient constamment l'application dans la représentation des êtres dont ils voulaient perpétuer le souvenir. Une pratique aussi éclairée et déduite si rigoureusement de l'ensemble des faits, annonce dans les anciens un esprit d'observation dont on reconnaît toute l'étendue et la justesse, à mesure que l'on étudie et que l'on comprend mieux les œuvres qu'ils nous ont laissées.

Notre premier objet sera donc de rechercher si les peintres ou les statuaires de l'antiquité ont apporté une exactitude réelle dans la représentation des divers animaux qu'ils ont reproduits sur leurs monumens. Nous nous réservons de faire connaître plus tard les animaux sculptés, ou gravés, qui réunissant toutes les conditions d'existence, semblent, comme certaines espèces ensevelies dans les entrailles de la terre, ne plus avoir de représentans sur le globe. Cependant, avant de publier ce travail, nous avons cru nécessaire de donner la liste des animaux et de quelques végétaux qui sont assez bien re-

présentés sur les monumens de l'antiquité, pour être reconnus et pour nous annoncer qu'ils ont dû être dessinés d'après nature.

Cuvier, que l'on peut considérer comme l'Aristote des temps modernes, paraît avoir été le premier à faire saisir les rapports nécessaires qui existent entre la corrélation des formes et le but que l'être vivant doit remplir, ou en d'autres termes, les conditions d'existence auxquelles il a été soumis. Le premier, il a proclamé le principe fécond, que tout être organisé forme un ensemble, un système unique et clos, dont les parties se correspondent mutuellement et concourent à la même action définitive par une action réciproque. « Aucune de ces parties ne peut changer, » a-t-il dit, « sans que les autres ne changent aussi; par conséquent, chacune d'elles prise séparément, indique et donne toutes les autres. »

Si donc les intestins de l'animal sont organisés de manière à ne digérer que de la chair et de la chair récente, ses mâchoires doivent être construites pour dévorer une proie; ses griffes pour la saisir et pour la déchirer; ses dents pour la couper et pour la diviser; le système entier des organes du mouvement pour la poursuivre et pour l'atteindre; celui des organes des sens pour la reconnaître et l'apercevoir de loin; il faut enfin que la nature ait placé dans son cerveau, l'instinct nécessaire pour savoir se cacher et tendre des pièges à ses victimes.

Toutes ces conditions changent si l'animal est destiné à brouter l'herbe, au lieu de dévorer une proie vivante, et à tel point que la moindre facette d'os, la moindre apophyse a un caractère déterminé relatif à la classe,

à l'ordre, au genre et à l'espèce, auxquels elle appartient. Aussi, toutes les fois que l'on a seulement une extrémité d'os bien conservée, on peut, avec de l'application et en suivant les règles de l'analogie et d'une comparaison minutieuse, déterminer la place que l'être devait occuper dans la série animale, presqu'aussi sûrement que si l'on possédait l'individu tout entier.

Sans doute, les anciens ne connaissaient point la nécessité du rapport des formes et de l'organisation, avec le but pour lequel l'animal avait été créé, ou plutôt, ils n'en avaient pas fait le fondement d'une théorie féconde en résultats. Mais comme dans tout ce qui tenait à l'observation exacte de la nature, ils s'en étaient formé des idées aussi justes que précises, ils ne s'en écartaient jamais dans la pratique.

Les statuaires et les peintres étaient loin d'être les seuls qui se fussent livrés à ce genre de méditation ; les philosophes et les poètes avaient à cet égard des idées également justes. Il suffit de les lire pour se convaincre qu'ils avaient aperçu le fondement de la nécessité des rapports sensibles auxquels le géologue moderne a dû la plus grande partie de ses découvertes et de ses plus beaux résultats.

L'on est en quelque sorte surpris de voir les rapports aussi bien indiqués par un poète dont la grâce pourrait ne pas faire supposer la profondeur des pensées et une observation minutieuse de la nature. Toutefois, dans son ode sur les femmes, Anacréon nous prouve qu'il savait allier les choses les plus opposées. Ainsi il avait très-bien remarqué que les chevaux ont seuls les pieds solides,

que les carnassiers, et particulièrement les lions, sont les animaux terrestres qui peuvent le plus écarter leurs mâchoires, de manière à présenter la plus grande ouverture des dents, ce sont ses propres expressions. Il avait encore observé que les animaux à cornes ont les pieds fourchus, et que les timides rongeurs se distinguent par l'agilité de leurs pieds. Ainsi le poète, en passant en revue les divers animaux, les caractérise de manière à les signaler par des traits tellement précis que chacun d'eux est indiqué par le signe caractéristique de son espèce.

Ces idées, toutes exactes qu'elles sont, n'ont peut-être été avancées par Anacréon que comme des faits qui lui avaient été dévoilés par une sorte d'inspiration, tandis que dans l'école de Socrate, à laquelle Platon et Aristote donnèrent tant de splendeur, elles avaient été coordonnées en système général. La vérité apparaît donc quelquefois aux hommes de génie, comme en songe, et ils la présentent, avant qu'elle soit démontrée.

Le principe de la coordination des formes avait été, disons-nous, érigé en système général dans l'école de Socrate; on peut du moins le supposer en voyant ce philosophe imaginer le principe des causes finales, et soutenir que, dans la nature, tout est lié pour sa part à l'harmonie de l'ensemble et à la formation de la grande chaîne qui remonte des êtres les plus grossiers à la Divinité elle-même.

Ce principe est le même que celui des conditions d'existence, ou celui de la convenance des parties et de leur coordination en harmonie avec le rôle que l'animal doit remplir dans la nature, principe fécond, ainsi que nous

l'avons déjà fait observer, d'où découle la possibilité de certaines ressemblances et l'impossibilité de certaines autres; principe réellement rationnel, duquel celui des analogies de plan et de composition se déduit avec une exactitude qui en démontre la justesse.

Rien d'aussi vrai et d'aussi général n'a été encore trouvé pour les corps privés de la vie ; il est en effet remarquable, qu'à toutes les époques de l'histoire, la science des corps organisés ait été plus avancée que celle des corps bruts.

Les anciens avaient donc quelques aperçus théoriques et des idées pratiques fort justes sur la loi de la nature, de la corrélation des formes, dont Cuvier a fait de nos jours de si belles et de si nombreuses applications.

Pour mieux le faire saisir, examinons d'abord ces êtres imaginaires, qui se rattachant à des idées mythologiqués, semblent au premier abord ne rien rappeler de réel et n'être que le fruit d'une imagination aussi bizarre que désordonnée. En étudiant avec soin ces êtres fantastiques, on reconnaît qu'ils représentent dans chacune des parties qui les composent, une imitation exacte de la nature et une représentation fidèle de ses lois.

I. *Des êtres mythologiques représentés, ou sculptés sur les monumens antiques.*

Les premiers de ces êtres dont nous nous occuperons, sont les centaures et la taurocentaures. Le minotaure, les satyres, les faunes, les pans, les ægipans et les faunisques fixeront ensuite notre attention. Les uns et les autres offrent quel-

que portion humaine, ayant été représentés, soit avec la tête, soit avec le corps d'un homme. Les êtres mythologiques auxquels les anciens ont donné la tête ou le corps de notre espèce ou l'un et l'autre simultanément, n'ont jamais reçu des extrémités d'accord avec leurs parties supérieures, c'est-à-dire que, quoique ces êtres symboliques aient la tête ou le tronc d'un homme, ils n'en présentent jamais les pieds. Il en est de même de tous ceux qui, comme les sphinx, les sirènes, les harpies, les tritons et les néréides, ont quelque chose d'humain. Les statuaires grecs et romains ne semblent pas s'être écartés de cette règle, tandis que ceux de l'ancienne Égypte, beaucoup plus libres et moins astreints à des règles précises, y ont eu peu d'égards.

Cette remarque est essentielle à faire, pour bien comprendre les monumens de l'antiquité. A part cette exception, les extrémités ou les membres des êtres mythologiques se montrent toujours d'accord avec les habitudes et les mœurs supposées à ces divinités.

Les anciens ont donc coordonné les diverses parties de leurs êtres fabuleux, de manière à les représenter tels que l'exigeaient les lois d'une organisation conforme aux habitudes qu'ils leur donnaient. Ainsi les formes qu'ils ont choisies ne contrarient jamais ces lois. En effet, lorsque ces êtres doivent rappeler des ruminans, leurs extrémités sont toujours celles qui conviennent à cet ordre d'animaux; tandis que c'est tout le contraire, lorsque dans l'ensemble de leurs compositions, ils ont voulu rappeler des solipèdes ou des monodactyles.

Quant aux centaures, aux hippocentaures et aux ono-

centaures, dont nous devons d'abord nous occuper, l'on sait que les anciens en ont fait des monstres moitié hommes et moitié ânes, ou chevaux. Les supposant ainsi conformés, ils ne leur ont jamais donné des pattes de bisulques ou de ruminans, mais celles qui conviennent aux monodactyles ou solipèdes. Ils leur ont donc constamment attribué les pattes solides qui caractérisent ce genre d'animaux.

D'un autre côté, lorsqu'ils ont représenté leurs bucentaures, ou leurs taurocentaures, monstres moitié hommes et moitié bœufs, ou taureaux, ils leur ont donné la tête de ces animaux avec le tronc d'un homme. Mais par suite de la règle qu'ils s'étaient imposée, les anciens leur ont aussi distribué des extrémités en rapport avec la configuration de leurs têtes, c'est-à-dire, des pieds fourchus semblables à ceux des ruminans qui portent des cornes.

Les mêmes principes les ont guidés dans la composition de leur minotaure qui, avec une tête humaine, offre le corps d'un taureau. Cette tête aurait exigé des pieds d'homme ; mais comme ils s'étaient imposé la loi de ne jamais donner de pareils pieds à leurs êtres symboliques, lors même qu'ils offraient une tête humaine, ils devaient, d'après le corps que présentait le minotaure, le dépeindre avec les pieds d'un ruminant. C'est aussi ce que les peintres et les statuaires de l'ancienne Grèce et de Rome antique ont constamment fait. Il est inutile sans doute de rappeler que, les artistes de l'ancienne Égypte n'ayant suivi aucune règle dans l'invention de leurs êtres mythologiques, il n'y aurait aucun avantage à les étudier sous le point de vue qui nous dirige dans ce travail.

Il est pourtant une exception, du moins apparente à ces principes. Elle nous est fournie par le centaure qui, au dire de Pausanias, aurait été représenté sur le coffre de Cypsélus avec des extrémités antérieures analogues aux pieds d'homme, et par conséquent conformes au tronc qui supporte la tête du centaure. Plusieurs antiquaires ont également remarqué que de pareils centaures, à pieds antérieurs d'homme, avaient été représentés sur quelques monumens. Comme ils n'ont pas désigné ces monumens, nous n'avons pu jusqu'à présent nous assurer si leur assertion est fondée. En supposant ce fait exact, il ferait peut-être exception à la règle générale, puisque ces êtres fubuleux offraient, en quelque sorte, deux troncs.

Nous trouverons également la même attention à coordonner l'ensemble des formes dans les autres êtres symboliques, fruits de l'imagination brillante des poètes et des artistes de l'antiquité. Ainsi, par exemple, leurs satyres, leurs faunes, et leurs autres divinités champêtres, telles que les pans, les ægipans et les faunisques, devant rappeler la lubricité des boucs, ont été dépeints par eux, comme des hommes velus, ayant des cornes sur le front et des oreilles de chèvre; loin de leur attribuer des pattes solides, ils les ont constamment figurés avec la queue des chèvres et les pieds fourchus des bisulques.

Les rapports de la corrélation des formes ont été si bien compris par les artistes de l'antiquité, qu'il se pourrait qu'ils eussent remarqué les relations du système dentaire avec les organes du mouvement, ainsi que l'harmonie constante qui existe entre des organes en appa-

rence étrangers les uns aux autres. Il est du moins certain qu'ils avaient observé que, toutes les fois que des animaux avaient des cornes sur le front, leurs pieds étaient constamment fourchus. Les dessins qu'ils nous ont laissés d'êtres réels, ou imaginaires, armés de bois ou de cornes, offrent aussi des organes du mouvement en harmonie avec cette particularité, même lorsque ces dessins figurent des cornes sur des têtes humaines.

D'un autre côté, relativement aux êtres réels, comme les lions, les tigres, les léopards, les hyènes, les loups, les renards, et tant d'autres carnassiers dessinés ou sculptés sur les monumens antiques, l'ensemble comme les détails de leurs moindres parties se montrent en rapport avec le rôle que ces animaux doivent remplir dans la nature.

On peut s'en convaincre en jetant les yeux sur les différens monumens que les anciens nous ont laissés, pour nous prouver toute la puissance de l'harmonie. Orphée supposé par eux attirant, autant par le charme de sa voix que par la mélodie de sa lyre, les divers animaux, en est, en quelque sorte, entouré. Tous y offrent leurs caractères distinctifs. Les carnassiers, les pachydermes, les rongeurs, les solipèdes et les ruminans y sont signalés par leurs traits particuliers et caractéristiques. Ils le sont avec assez de justesse pour être facilement reconnus, comme on peut le faire de leurs divinités, d'après leurs divers attributs. Souvent même, les artistes anciens ont poussé l'exactitude jusqu'à des considérations long-temps négligées par les naturalistes, malgré leur importance.

Ainsi ils avaient remarqué que chez les ruminans à cornes, ou à bois, la forme ou la disposition des cornes, ou des bois, était loin d'être la même, et que leurs différences pouvaient servir à les caractériser entr'eux. La conséquence naturelle de cette observation a été de les porter à représenter ces diverses parties avec la plus grande exactitude. D'autres fois leur attention s'est fixée sur des parties moins essentielles; et, par exemple, ils n'ont pas négligé de dessiner avec fidélité, la forme de la queue qui termine le tronc de certains animaux. Ainsi, lorsqu'ils ont dépeints des pachydermes du genre des sangliers, ils les ont constamment caractérisés par une queue reployée et comme retournée sur elle-même. C'est surtout dans les représentations qu'ils nous ont laissées de leurs chasses, représentations qui offrent un grand nombre d'animaux différens, parmi lesquels nous citerons des lions, des tigres, des léopards, des sangliers, des hippopotames, des cerfs, des élans, des lièvres, des lapins, des taureaux, des chevaux, et des chiens de différentes races, soit d'arrêt, soit mâtins, soit lévriers, que l'on peut s'assurer du soin que les anciens mettaient à donner à chaque espèce, comme à chaque race, ses caractères particuliers.

Cette exactitude, nous l'avons déjà dit, les anciens ne l'apportaient pas seulement dans la représentation des êtres réels; elle les guidait encore dans la composition des êtres fantastiques, ou allégoriques.

Les sirènes et les harpies, monstres moitié femmes et moitié oiseaux, en sont encore une preuve. Les premières occupées sans relâche à mettre à mort les malheureux que le charme de leur voix avait attirés, devaient être or-

ganisées de manière à pouvoir satisfaire ce cruel penchant. Aussi les peintres et les statuaires, tout en les représentant avec la tête d'une femme, leur ont donné le corps et les pattes d'un oiseau, mais d'un oiseau carnassier. Quelques artistes ont pourtant représenté les sirènes avec la tête et la partie supérieure du corps d'une femme, des ailes aux épaules et la partie inférieure du corps terminée comme celle des mammifères marins. C'est ainsi que, sur les médailles de Cumes, se trouve représentée la sirène Parthénope. Cependant, comme il aurait été facile de confondre les sirènes ainsi conformées avec les néréides, peu de statuaires et de peintres ont adopté ce mode de conformation.

Les artistes de l'antiquité ont également représenté les harpies avec un visage de femme et des pattes d'oiseaux. Ces pattes terminées par des ongles crochus, comme celles des vautours, en rappellent la voracité, caractère le plus décidé des harpies. D'autres, en les figurant avec la tête, les mains et les pieds d'un homme, leur ont toujours conservé les ailes des vautours, et en leur ajoutant des oreilles d'ours, animaux dont la gloutonnerie ne peut être dépassée que par celle que les anciens avaient attribuée aux monstres dont nous nous occupons.

Leur but dévastateur était encore annoncé par le casque ou le bouclier dont ils armaient parfois ces êtres symboliques; mais avec une pareille armure, les anciens n'ont jamais fait le contresens de leur donner des pattes d'échassiers, ou de palmipèdes, oiseaux dont les mœurs douces et timides ne pouvaient s'accorder avec celles des sirènes et des harpies. Dans les divers monumens desti-

nés, au contraire, à rappeler la fable de Jupiter et de Léda, le cygne dont le maître du tonnerre avait emprunté la forme, offre constamment le bec et les pieds d'un palmipède. Il ne devait pas en être ainsi des Stymphalides, oiseaux mystérieux, mais essentiellement carnassiers; les statuaires, pour se conformer à la férocité des mœurs qu'ils leur ont supposées, les ont dépeints avec un bec fort et acéré, ainsi qu'avec des pieds armés d'ongles crochus. Par une suite de la tendance de leur esprit vers l'imitation exacte de la nature, ils ne leur ont jamais donné des éperons. L'on sait que cette armure ne se trouve point chez les oiseaux dont les ongles sont crochus, fait que les anciens n'avaient pas certainement deviné *a priori*.

Frappés des rapports qui existent entre l'organisation et la destinée d'un être quelconque, les anciens les ont conservés jusques dans leurs compositions les plus bizarres, peut-être sans trop s'en rendre compte, comme ils l'ont fait relativement à l'angle facial. En effet ils avaient fort bien remarqué que la tête humaine prend son plus haut degré de beauté et de grandeur, lorsque l'angle facial, d'accord avec les autres parties, se rapproche de l'angle droit, tandis qu'au delà, la figure tombe dans l'absurde, comme elle perd de son aspect imposant, à mesure que cet angle s'éloigne de 90 degrés.

En appliquant cette règle, et dans toutes ses conséquences, aux statues qui devaient rappeler les traits du maître de l'Olympe, ou ceux de l'Apollon dans la beauté d'une jeunesse divine, les anciens n'en ont pas fait pourtant l'objet d'une théorie, que peut être sans l'habileté de Camper nous serions encore à deviner.

Mais pourquoi les statuaires modernes, connaissant mieux que ceux de l'antiquité, les règles d'après lesquelles la figure humaine peut prendre toute la beauté dont elle est susceptible, sont-ils restés si loin de leurs modèles et des chefs-d'œuvre sortis du ciseau des artistes antiques? Pourquoi? C'est qu'une fois arrivé, dans les arts d'imitation, jusqu'au beau idéal, on ne peut aller au-delà. Mais pour y parvenir, l'inspiration est un guide plus sûr et plus puissant que les règles les plus positives. En effet, dans les beaux-arts, comme en littérature, les modèles ont toujours devancé les règles et leurs applications. Il est donc certain que dans l'imitation de la nature, les anciens ont porté une exactitude et une rigueur qui décèle des esprits aussi judicieux que réfléchis.

Après les divers êtres fantastiques dont nous nous sommes occupés et qui nous ont paru propres à caractériser le génie des anciens, nous occuperons-nous de leurs sphinx, de leurs griffons, de leurs tritons, de leurs néréides, de leurs chevaux marins, si souvent reproduits sur leurs monumens? Nous y trouverons encore les mêmes relations que dans les divers êtres allégoriques qu'ils ont enfantés.

Ainsi les sphinx, symboles de la force et de la prudence, ont à peu près constamment une tête humaine, avec le corps et les pattes d'un lion. Les griffons, analogues aux aigles, ou aux vautours, étaient aussi supposés armés d'ongles forts et crochus, comme ceux que l'on voit aux mammifères les plus décidément carnassiers (les *Felis*), tandis que les chevaux marins avaient toujours des pattes de solipèdes, comme leur Pégase qui ne différait

du cheval ordinaire que par les ailes qui lui donnaient les moyens de s'élever dans les airs.

Les tritons et les néréides, divinités marines reconnaissables, au moins les premiers, à la conque ou au buccin qu'ils approchaient de leur bouche, avaient leur corps terminé comme les cétacés, c'est-à-dire, comme les mammifères qui habitent les eaux des mers. Il en était de même des néréides, lorsque les anciens en faisaient des êtres moitié femmes et moitié poissons, en prenant cette acception, non dans sa rigueur, mais comme indiquant des animaux vivant dans le sein des eaux. D'autres statuaires, ou peintres de l'antiquité, ont au contraire représenté les néréides comme des femmes d'une grande beauté; alors, ils leur ont donné toute la grâce que leur imagination pouvait leur permettre d'atteindre, les entourant de voiles légers agités par les vents.

Il n'est pas jusqu'à la Chimère, ce monstre composé de parties d'animaux différens, où l'on retrouve la tendance du génie des anciens vers le vrai. En effet si l'on examine une à une, les parties dont ils la font composée on les trouve d'accord avec celles qu'elles doivent rappeler. Ainsi, soit qu'ils lui donnent la queue d'un dragon et le corps d'une chèvre, soit qu'ils lui attribuent la tête et le corps d'un lion, sur le milieu duquel s'élèverait une tête de ruminant et une queue terminée par celle d'un serpent, ils ne s'écartent jamais de la vérité dans chacune des parties d'un assemblage aussi extraordinaire.

Les relations qui existent entre l'organisation de l'animal et le but qu'il doit remplir, sont loin d'avoir été aussi judicieusement appréciées par les peintres et les statuaires

de l'ancienne Égypte. Les animaux que ces artistes ont voulu reproduire sur leurs monumens, n'offrent, ni cette pureté de formes, ni cette imitation exacte de la nature, que l'on remarque sur ceux que les Grecs et les Romains ont laissés.

Cependant, dans leurs peintures, comme dans leurs sculptures qui se rapportent à l'époque ou l'Égypte était la plus florissante, ils donnent assez constamment des pieds fourchus aux animaux qui ont des cornes sur le front. De même, lorsqu'ils figuraient des quadrupèdes dont les machoires étaient armées de dents canines acérées et aiguës, les artistes égyptiens avaient l'attention de leur attribuer en même temps des pattes de carnassiers. Aussi, comme l'on ne voit pas dans leurs œuvres une tendance constante vers l'observation rigoureuse et précise des formes vraies, lors même que l'on trouverait sur leurs monumens des animaux réunissant toutes les conditions d'existence et ne paraissant plus avoir de représentans sur la terre, l'on ne serait pas aussi certain que ces animaux ont réellement vécu et appartiennent à ces espèces que l'on considère comme perdues. Cette conclusion ne nous semble rigoureuse que relativement aux animaux qui, figurés sur les monumens de la Grèce ou de l'ancienne Rome, ne se retrouvent plus sur le globe.

Malgré cette conclusion, nous devons faire observer qu'il existe sur les monumens de l'ancienne Égypte, plus de cinquante animaux différens assez exactement dessinés pour être reconnus au premier coup-d'œil. Ces animaux appartiennent à peu près à toutes les classes.

Les statuaires et les peintres modernes ont aussi essayé

de créer des êtres fantastiques; mais comme ils n'ont pas eu le soin de les composer de parties réelles et vraies, leurs compositions n'ont rien en général d'agréable ni de gracieux. Tant il est fondé en raison que le vrai seul attache, et pour nous servir de l'expression du poète, que rien n'est beau que le vrai!

Les artistes grecs ou romains ne se sont point bornés à représenter les divers mammifères terrestres qui leur étaient connus. Ils ont mis la même attention aux figures qu'ils nous ont laissées des reptiles, des oiseaux, des poissons, des crustacés et des insectes qui avaient frappé leurs regards. Ils en ont fait autant pour les végétaux, surtout pour les arbres. La plus légère attention suffit pour reconnaître sur leurs monumens, l'olivier, le chêne, le palmier, le grenadier, le laurier, les diverses espèces de pins, la vigne, le lierre, l'orge, le blé, le lotus, le melon, plusieurs espèces de pavots; parmi lesquelles l'on peut signaler le coquelicot et une foule d'autres qu'il serait trop long d'énumérer.

Ces artistes poussaient la précision si loin que, par exemple, l'astragale des divers ruminans, ou les osselets (*tali*) dont ils faisaient usage dans leurs petits jeux (*ludi minores*), ont été reproduits par eux avec une fidélité assez grande, pour que l'on puisse, à l'aide de ce seul os, reconnaître l'espèce à laquelle il avait appartenu (1). De même les bélemnites, qu'ils nommaient pierres de foudre,

(1) Voyez particulièrement une lettre sur les médailles en bronze, publiée à Rome en 1778, sous le titre de, *Nummis aliquot æreis uncialibus epistola*, et formant un volume in-4°.



avaient assez attiré leur attention pour se retrouver sur leurs monumens avec les différens animaux ou végétaux dont nous avons déjà parlé.

II. *Des êtres réels et actuellement existans, représentés ou sculptés sur les monumens antiques, et dont on peut reconnaître les espèces.*

Le soin que les anciens ont mis à se rapprocher de la nature, même dans la composition de leurs êtres mythologiques, annonce assez quelle exactitude ils ont dû apporter dans la représentation des êtres réels qu'ils avaient continuellement sous les yeux. Aussi est-il facile d'en reconnaître les espèces, lorsqu'on porte quelque attention aux figures d'animaux qu'ils nous ont laissées. Cet objet avait déjà exercé la sagacité de plusieurs antiquaires, particulièrement de Winkelmann et de Millin (1), et en profitant de leurs travaux, nous avons singulièrement étendu la liste des animaux figurés qu'ils nous ont donnée. Ces animaux se rapportent principalement aux mammifères terrestres, qui par leur taille et leur importance, ont été plus souvent représentés que ceux des autres familles. Aussi les mammifères terrestres sont-ils en plus grand nombre sur les monumens antiques, que les animaux des autres classes, et il est facile d'en saisir la raison.

Quoiqu'il en soit, un grand nombre d'espèces vivantes, soit animales, soit végétales, se trouvent si exactement re-

(1) *Description des pierres gravées du Baron Stosch*; par Winkelmann, Florence, 1760. 1 Vol. in-4°.—*Dissertation sur quelques médailles des villes grecques, qui offrent la représentation d'objets d'histoire naturelle*; par Millin. Magasin Encyclopédique, T. V,

présentées sur les monumens des anciens, qu'il est difficile de ne point admettre qu'elles ont été dessinées d'après nature et sur le vivant; car la plupart d'entr'elles offrent, non-seulement leurs caractères distinctifs, mais encore l'allure ou le port qui leur convient. Cette exactitude est telle qu'à l'exemple de plusieurs naturalistes et antiquaires, nous n'avons pas pu nous empêcher d'y ajouter quelque confiance.

Si nous en donnons à des figures faites dans les temps modernes par des artistes peu habiles, comment en refuser à celles qui ont été tracées par des hommes d'un talent exercé, que moins de distractions préoccupaient? La confiance que nous avons dans les artistes de l'antiquité, nous a inspiré l'idée de donner ici le catalogue des espèces qu'ils ont figurées; comme elle sera sans doute partagée par les antiquaires de profession, ils l'étendront certainement beaucoup plus que notre position ne nous a permis de le faire.

Les anciens ne se sont point bornés à représenter avec exactitude les espèces qu'ils ont voulu reproduire; ils en ont fait autant pour ces variétés que nous avons nommées races. Il suffit de jeter les yeux sur leurs monumens pour s'apercevoir qu'ils ont fort bien distingué les diverses races des animaux domestiques, et particulièrement celles que l'on observe chez les bœufs, les moutons, les chiens et les chevaux. Ils ont su saisir, relativement à ces derniers, les différences qui existent entre les chevaux de trait et les chevaux de selle; et ces différences, ils les ont aussi bien indiquées dans les dessins que dans les statues qu'ils nous ont laissées.

Les monumens de l'antiquité ne sont pas les seules preuves que l'on puisse invoquer, pour prouver que les anciens avaient des idées exactes sur les diverses variétés ou races des animaux domestiques, et entr'autres du cheval. Le cheval de guerre, par exemple, que Xénophon a décrit en détail (*De re equestri I.* 1.), n'a rien de commun avec une foule de chevaux que l'on voit dessinés sur certains monumens. On le trouve au contraire représenté sur le Parthénon, dans les statues équestres, dans quelques bas-reliefs grecs, ainsi que sur la colonne trajanne et les sculptures qui ont adopté ce type pour le cheval héroïque. C'est ce type qu'ont eu en vue Virgile dans les *Géorgiques* (III. 72. 88.), et Varron, dans son immortel ouvrage, *De re rustica.*

Les chevaux figurés sur les médailles de Carthage, n'appartiennent pas à la même race, et ils diffèrent beaucoup de ceux que l'on voit sur les médailles d'Alexandre Thoas et d'Achelaüs, roi de Macédoine. Ceux que l'on remarque sur les monnaies Syracuse, et les médailles de Philistis et de Gélon, n'ont également que des rapports fort éloignés avec les races précédentes. Les chevaux dessinés sur les monumens de Persépolis signalent la race persanne, bien différente de la race égyptienne, figurée sur les anciens monumens de Thèbes. Cette dernière a les plus grands rapports avec les chevaux de guerre indiqués par Xénophon et qui venaient de Thessalie, ainsi qu'avec les chevaux de bronze de Venise, et ceux que l'on voit sur les frises du Parthénon.

Sans espérer de rencontrer sur les monumens anciens toutes les races de chevaux distingués qu'Oppien a dé-

crites et qui s'élèveraient environ à une quinzaine (*Cyneget*. I. 170), il serait possible cependant d'en retrouver le plus grand nombre.

Les faits que nous avons indiqués, prouvent suffisamment l'attention que les statuaires anciens ont donnée aux races des animaux domestiques; nous avons cru pouvoir nous dispenser d'entreprendre de pareilles recherches, malgré l'intérêt qu'elles présentent.

Du reste, à part les artistes des écoles grecques et romaines et quelques artistes égyptiens, il en est peu qui aient représenté les divers animaux avec quelque fidélité. Ainsi, par exemple, les peintures hiéroglyphiques des Américains, et particulièrement celles des Aztèques, que M. de Humboldt nous a fait connaître dans ses Observations sur les peuples indigènes de l'Amérique, n'annoncent pas une imitation fidèle de la nature. En effet, dans plusieurs de ces monumens, des tigres ou des léopards y sont figurés avec des pattes de solipèdes, sorte d'interversion que n'auraient jamais commise les artistes les moins scrupuleux de l'ancienne Rome ou de la Grèce antique.

Première Classe. — MAMMIFÈRES.

MAMMIFÈRES TERRESTRES.

Premier ordre. — QUADRUMANES.

Genre. Singe (*Simia*, Linné). — Les anciens ont décrit ou figuré la plupart des espèces de singes un peu remarquables de l'ancien Continent. Ils les ont signalés sous les noms de pithéques, de sphinx, de cébus, de cynocéphales, de cercopithèques et même de satyres. Mais ils ne leur ont jamais donné les pieds fourchus des ruminans, comme ils l'ont fait constamment pour les divinités

champêtres qui portaient les mêmes noms et dont les habitudes lubriques étaient analogues à celle des boucs.

Second ordre. — CARNASSIERS.

Première famille. — Cheiroptères.

Genre. Vespertilion (*Vespertilio*, Cuvier). — 1° *Vespertilio murinus*. La chauve-souris ordinaire.

Genre. Oreillard (*Plecotus*, Geoffroy). — 2° *Vespertilio auritus*. L'oreillard ordinaire.

Seconde famille. — Insectivores.

1° *Erinaceus Europæus*. Le hérisson ordinaire.

2° *Talpa Europæa* (Linné). La taupe commune.

Troisième famille. — Plantigrades.

1° *Ursus arctos* (Linné). L'ours brun d'Europe.

2° *Ursus maritimus* (Linné). L'ours blanc.

3° *Ursus meles* (Linné). Le blaireau.

Quatrième famille. — Digitigrades.

1° *Mustela furo*. Le furet.

2° *Mustela vulgaris*. La belette.

3° *Mustela foina*. La fouine.

4° *Mustela lutra*. La loutre.

5° *Canis familiaris*. Le chien. Les anciens avaient fort bien remarqué les diverses variétés de cette espèce, et par suite, ils nous ont laissé des descriptions exactes ou des figures fidèles du chien de berger, ou chien loup, l'οἰχουρὸς d'Homère, du dogue, du chien courant et d'arrêt, ainsi que du lévrier.

6° *Canis lupus*. Le loup.

7° *Canis vulpes*. Le renard.

8° *Viverra genetta* (Linné). La genette.

9° *Hyæna indica*. L'hyène rayée.

10° *Hyæna crocuta*. L'hyène tachetée. Il n'est pas cependant bien certain que les anciens aient figuré cette espèce.

11° *Felis leo*. Le lion.

12° *Felis tigris*. Le tigre.

13° *Felis pardus*. La panthère.

Troisième ordre. — RONGEURS.

1° *Castor Danubii*. Le castor d'Europe (Geoffroy St. Hilaire).

2° *Mus amphibius*. Le rat d'eau.

3° *Dipus sagitta*. La gerboise.

4° *Sciurus vulgaris*. L'écureuil commun.

5° *Hystrix cristata*. Le porc-épic commun.

6° *Lepus timidus*. Le lièvre.

7° *Lepus cuniculus*. Le lapin.

Quatrième ordre. — PACHYDERMES.

1° *Elephas indicus*. L'éléphant des Indes.

2° *Elephas africanus*. L'éléphant d'Afrique.

3° *Hippopotamus major*. L'hippopotame.

4° *Sus scropha*. Le sanglier.

5° *Sus africanus*. Le sanglier d'Éthiopie.

6° *Rhinoceros indicus*. Le rhinocéros unicorne.

7° *Rhinoceros africanus*. Le rhinocéros à deux cornes. Cette espèce désignée par Pausanias sous le nom de taureau d'Éthiopie, se trouve représentée sur plusieurs médailles romaines frappées du temps de Domitien.

8° *Equus caballus*. Le cheval. Les anciens avaient bien remarqué les races de cette espèce, comme ils l'avaient fait de celles du chien.

9° *Equus hemionus*. Le mulet sauvage des anciens, du moins assez probablement. *L'hemionus* ou *hemionos* des anciens paraît être la même espèce que le dzigatai, sorte de solipède qui tient le milieu entre le cheval et l'âne, et qui vit en troupes nombreuses dans les déserts sablonneux de l'Asie.

10° *Equus asinus*. L'âne.

11° *Equus zebra*. Le zèbre.

Cinquième ordre. — RUMINANS.

1° *Camelus bactrianus*. Le chameau à deux bosses.
2° *Camelus dromedarius*. Le chameau à une seule bosse.
3° *Cervus alces*. L'élan.
4° *Cervus tarandus*. Le renne.
5° *Cervus dama*. Le daim.
6° *Cervus elaphus*. Le cerf commun.
7° *Cervus axis*. L'axis.
8° *Cervus capreolus*. Le chevreuil d'Europe.
9° *Camelopardalis giraffa*. La giraffe.
10° *Antilope dorcas*. La gazelle.
11° *Antilope corinna*. La corinne.
12° *Antilope bubalis*. Le bubale. L'on sait que, chez les bubales, le front est relevé en bourrelet saillant au-dessus du pariétal. Ce bourrelet dirigé dans le prolongement du chanfrein, coiffe la tête d'une espèce de bonnet, au sommet duquel s'insèrent les cornes. Cette circonstance remarquable ne se trouve cependant pas indiquée dans un assez grand nombre de figures de cette espèce, qui ont été faites dans les temps modernes. On la voit pourtant signalée dans certains monumens antiques où sont sculptés, ou dessinés, des bubales attelés à une charrue.

13° *Antilope oryx*. L'oryx. Cette espèce a été très-connue des anciens, ce qui semble annoncer qu'elle doit être fort répandue dans l'intérieur de l'Afrique, où ils avaient pénétré plus que nous ne l'avons fait nous-mêmes. Cet antilope reproduit sur les monumens de l'ancienne Égypte, a été la cause, et en quelque sorte, l'origine de la fable de la licorne. En effet, un animal à pieds fourchus, ayant une corne osseuse unique placée sur le milieu du front, n'a probablement jamais existé, du moins avec une pareille organisation; car une pareille corne n'aurait pas pu tenir sur une suture. Des antilopes oryx, ou algazels, se présentent souvent avec une seule corne; l'une des deux avortant, celle qui persiste prend un grand développement et se dévie de sa position normale, en sorte qu'elle paraît

partir du milieu du front. Mais cette corne unique provient toujours, comme les deux qu'elle représente, des parties latérales de la tête. Il peut y avoir déviation dans la position de cette corne, mais jamais déplacement relativement à sa base ou à son point de départ. Il est aisé de juger qu'il ne peut pas en être autrement; cela arrive aussi chez le narval, où la plupart du temps il n'existe qu'une seule défense extrêmement allongée, défense qui n'est du reste qu'une dent.

On conçoit dès lors comment des antilopes à une seule corne, ont pu donner lieu, surtout étant dessinés de profil, à la fable de la licorne. Cet animal n'a du reste de fabuleux que la position qui a été donnée à la corne dont on l'a supposé armé. Cette corne, comme toutes celles des ruminans, ou des animaux à pieds fourchus, dépendant du tissu osseux, ne peut partir que des portions latérales de la tête, et non du milieu d'un os qu'une suture divise (1).

14° *Antilope saiga*. Le saiga, ou le colus de Strabon.

15° *Antilope redunca*. Le nagor, ou le kemas d'Ælien.

16° *Antilope gazella*. L'algazel ou l'algazelle.

17° *Antilope gnu*. Le gnou.

18° *Antilope rupicapra*. Le chamois.

19° *Capra ægagrus*, ou *hircus*. La chèvre et le bouc.

20° *Ovis tragelaphus*. Le moufflon d'Afrique, duquel sont provenus nos moutons, dont les anciens connaissaient les races les plus remarquables, telles que celle à large queue, et celle des Indes, grandes comme des ânes.

21° *Ovis ammon*. L'argali, ou le moufflon.

22° *Bos taurus*. Le bœuf ordinaire.

23° *Bos bubalus*. Le buffle décrit par Aristote comme le bœuf sauvage d'Arachosie. L'arni connu des anciens, et particulièrement d'Ælien, ne paraît être qu'une variété du buffle ordinaire, caractérisée par des cornes plus grandes.

(1) Voyez sur ce sujet l'article de M. Marcel de Serres, intitulé *Observations sur la licorne des anciens*, et inséré dans notre Cahier de mars, p. 304 du volume précédent.

24. *Bos urus*, ou *ferus*. L'aurochs, ou le bonasus d'Aristote.

25. *Bos grunnicus*. Le yack. Ælien a décrit cette espèce avec quelques détails.

Les anciens paraissent également avoir connu les principales variétés des espèces que nous venons d'énumérer. Ils n'ignoraient pas l'existence des bœufs sans cornes, ou de ceux qui, habitant l'Afrique, ont leurs cornes attachées seulement à la peau et remuant avec elle. Ils savaient également que dans les Indes se trouvent des bœufs aussi rapides à la course que des chevaux, et d'autres qui ne surpassent pas des boucs en grandeur.

MAMMIFÈRES MARINS OU CÉTACÉS.

CÉTACÉS HERBIVORES.

1° *Trichechus manatus*. Le lamantin d'Afrique.

CÉTACÉS ORDINAIRES.

1° *Delphinus delphis*. Le dauphin ordinaire.

2° *Balæna mysticetus*. La baleine franche.

Seconde Classe. — OISEAUX.

Première famille. — OISEAUX DE PROIE.

A *Diurnes*. — 1° *Vultur fulvus*. Le vautour fauve.

2° *Vultur percnopterus*. Le percnoptère d'Egypte.

3° *Vultur barbarus*. Le vautour des agneaux.

4° *Falco communis*. Le faucon ordinaire.

Outre cette espèce les anciens en ont connu plusieurs autres ; mais comme nous ne sommes pas entièrement fixés à cet égard, nous ne les énumérerons pas. Nous nous bornerons à faire observer qu'ils ont connu les diverses variétés ou espèces d'aigles, d'éperviers et de buses.

B *Nocturnes.*—Les anciens ont connu la plupart des espèces du grand genre bibou (*strix*), effraye (*sprix*), duc (*bubo*), et particulièrement le grand duc (*strix bubo*). Ils ont également connu les chats-huants et quelques chevêches.

Seconde famille. — Oiseaux passereaux.

Les anciens nous ont laissé encore plusieurs dessins d'oiseaux de l'ordre des passereaux et des genres merle (*turdus*), loriot (*oriolus*), bec fin (*motacilla*), hirondelle (*hirundo*), alouette (*alauda*), mésange (*parus*), moineau (*fringilla*), étourneau (*sturnus*), corbeau (*corvus*). En général ils ont décrit, ou figuré, les espèces les plus communes de ces différens genres.

La huppe (*hupupa epos*) a été dessinée par eux avec beaucoup d'exactitude. Les figures qu'ils nous en ont laissées, offrent bien tous les caractères distinctifs de cette espèce.

Troisième famille. — Oiseaux grimpeurs.

Parmi les oiseaux grimpeurs, peu d'entr'eux paraissent avoir attiré l'attention des anciens, si ce n'est les pics (*picus*); les torcols (*yunx*); et les coucous (*cuculus*), ainsi que les véritables perroquets (*psittacus*) leur étaient également connus. L'on sait que la première perruche qui parut en Europe, y fut apportée par Alexandre; aussi à raison de cette circonstance, les naturalistes ont-ils nommé la perruche ordinaire, *psittacus Alexandri*.

Quatrième famille. — Oiseaux gallinacés.

C'est encore Alexandre qui, le premier, a fait connaître en Europe le paon domestique (*pavo cristatus*), oiseau originaire du nord des Indes.

Les faisans, dont l'espèce la plus remarquable par la beauté de son plumage (*phasianus pictus*) a donné lieu à la fable du phénix, ou du moins à la description que Pline en a faite, étaient très-répandus dans les basses-cours des anciens. Il en était de même du coq et de la poule (*phasianus gallus*).

Ils connaissaient également les perdrix ordinaires, c'est-à-dire, la perdrix (*tetrao cinereus*), la perdrix rouge (*tetrao rufus*), ainsi que la caille (*tetrao coturnix*).

Les pigeons et leurs variétés, ainsi que les tourterelles, se trouvaient en grand nombre dans leurs basse-cours; ils distinguaient fort bien le ramier (*columba palumbus*), le colombin (*columba œnas*), le bizet (*columba livia*), duquel paraissent provenir nos pigeons de colombier (*columba domestica*), ainsi que la tourterelle (*columba turtur*).

Cinquième famille. — Oiseaux échassiers.

1° L'autruche de l'ancien continent (*struthio camelus*), cette espèce paraît avoir été célèbre dès la plus haute antiquité, à raison de sa taille et de sa vélocité.

2° La grue. (*ardea grus*).

3° Le héron commun (*ardea cinerea*).

4° La cigogne blanche (*ardea ciconia*).

5° La bécasse (*scolopax rusticula*).

6° Le flammant commun (*phœnicopterus ruber*).

Sixième famille. — Oiseaux palmipèdes.

1° Le pélican ordinaire (*pelecanus onocrotalus*).

2° Le cygne à bec rouge (*anas olor*).

3° L'oie ordinaire (*anas anser*).

4° Les anciens connaissaient également un certain nombre d'espèces du grand genre canard (*anas*).

Troisième classe. — REPTILES.

Première famille. — Chéloniens.

1° La tortue grecque (*testudo græca*).

2° La tortue d'eau douce (*testudo Europæa*).

Secorde famille. — SAURIENS.

1° Le gavial du Gange (*lacerta gangetica*).
2° Le crocodile vulgaire, ou du Nil (*lacerta crocodilus*).
3° Le lézard (*lacerta viridis*).

Troisième famille. — OPHIDIENS.

1° Le serpent d'Esculape (*coluber æsculapius*).
2° Le serpent à lunettes (*viverra naja*, vel *coluber naja*).
3° La vipère commune (*vipera communis*, *vel coluber borus*).
4° La vipère haje (*vipera haje*, Geoffroy).

Quatrième famille. — BATRACIENS.

1° La grenouille commune, ou verte (*rana esculenta*).
2° La rainette commune (*rana arborea*).
3° Le crapaud commun (*rana bufo*).

Quatrième Classe. — POISSONS.

Les anciens ont figuré sur leurs monumens un assez grand nombre de poissons. De peur de ne pas être exacts, nous nous bornerons à signaler les espèces qui, jusqu'à présent, nous ont paru bien déterminables.

Première famille. — STURIONIENS.

1° L'esturgeon (*Acipenser sturio*).

Seconde famille. — LOPHOBRANCHES.

1° Le cheval marin (*syngnathus hippocampus*).

Troisième famille. — MALACOPTÉRYGIENS.

A. *Malacoptérygiens abdominaux*.

1° Le saumon (*salmo salar*).
2° La truite (*salmo fario*).
3° Le hareng (*clupea harengus*).
4° Le brochet (*esox lucius*).
5° La carpe (*cyprinus carpio*).
6° Le barbeau (*cyprinus barbus*).
7° La tanche (*cyprinus tinca*).
8° Le silure (*silurus glanis*).

B. *Malacoptérygiens subbrachiens*.

1° Le Merlan (*gadus merlangus*).
2° La sôle (*pleuronecte solea*).

C. *Malacoptérygiens apodes*.

1° L'anguille (*muræna anguilla*).
2° La murène commune (*muræna Helena*).

Quatrième famille. — ACANTHOPTÉRYGIENS.

1° Le rouget (*mullus barbatus*).
2° Le muge (*mugil cephalus*).
3° La perche (*perca fluviatilis*).
4° Le loup (*perca labrax*).
5° Le maquereau commun (*scomber scombrus*).
6° La dorée (*zeus faber*).

Les animaux vertébrés ne sont pas les seuls qui aient attiré l'attention des anciens. Les invertébrés ont aussi fixé leurs regards. Parmi les mollusques, ils ont dessiné et décrit le poulpe commun (*sepia octopodia*), et la

sèche ordinaire (*sepia officinalis*), ainsi que l'huitre, (*ostrea edulis*.) On retrouve également sur quelques monumens antiques des figures de crustacés, principalement le crabe vulgaire (*cancer mœnas*), la langouste (*palinus quadricornis*), le homard (*astacus marinus*), la salicoque ou crevette commune (*squilla fusca* ou *cancer squilla*), et enfin l'écrevisse (*astacus fluviatilis*).

Les insectes sont reproduits souvent en assez grande quantité sur les monumens anciens; certaines espèces ont été même gravées sur des pierres de diverse nature et tracées avec assez de fidélité. Le scarabé sacré (*ateuchus sacer*), a été le plus particulièrement sculpté, probablement à raison de la vénération qu'on avait pour cette espèce. D'autres coléoptères ont été également figurés, et quelques-uns semblent se rapporter aux genres *cetonia* et *dermestes*. Plusieurs sauterelles (*gryllus locusta*) se trouvent encore sur leurs monumens, ainsi que quelques hyménoptères, diptères et aptères des genres *formica*, *vespa*, *apis*, *tabanus*, *asilus*, *musca* et *scorpio*. Les espèces de ces différens genres sont en général les plus communes et les plus répandues dans nos régions tempérées.

Quelques lépidoptères remarquables, autant par la beauté de leurs nuances que par leur agilité, ont aussi attiré l'attention des artistes de l'antiquité. En observant les dessins qui les représentent, on retrouve dans la représentation de ces êtres aussi légers que brillans, ce génie d'imitation qui caractérise d'une manière si éminente les écoles grecque et romaine, du moins pendant l'époque où ces écoles, n'abandonnant pas la pratique des

vrais principes, ont produit ces chefs-d'œuvre qui nous étonnent encore.

Les faits que nous avons cités suffiront, sans doute, pour prouver à ceux que de fausses préventions ne préoccupent pas, à quel degré d'exactitude les anciens étaient parvenus dans l'imitation des objets naturels. Si une certaine tendance vers le vrai les a encore guidés, lorsqu'ils composaient des êtres fantastiques, puisque chacune des parties qui les forment est exacte, prise séparément, on doit dès lors présumer qu'ils ont porté une attention non moins grande dans la représentation des êtres réels dont ils voulaient donner une idée aussi juste que précise. Il suffit de jeter les yeux sur les monumens de tout genre qui nous restent du temps de la prospérité des Grecs, des Romains et jusqu'à un certain point des Égyptiens, pour en être convaincu ; aussi généralement les artistes modernes ont-ils rendu une haute justice aux artistes de l'antiquité.

En envisageant leurs travaux sous un point de vue tout particulier, peut-être jusqu'à présent inaperçu, nous aurons rendu cette vérité plus frappante encore, si nous démontrons que les productions les plus bizarres des anciens, considérées dans chacune des parties qui les composent, sont une imitation exacte et fidèle de la nature. L'assemblage est ici monstrueux ou fantastique; mais les détails restent ce qu'ils doivent être.

Ce point prouvé, il nous faut maintenant établir que les monumens anciens conservent des traces d'espèces qui ne paraissent plus se retrouver sur le globe, et qui dès lors ont dû se perdre et s'anéantir depuis les temps historiques.

Ainsi, nous aurions des espèces qui se seraient éteintes par suite d'événemens géologiques; d'autres dont la destruction serait contemporaine ou postérieure à l'apparition de l'homme; et enfin quelques-unes dont les races se seraient éteintes depuis les temps historiques.

Il faut admettre la dernière de ces conséquences, puisque les monumens anciens nous présentent des dessins d'animaux qui n'ont rien de commun avec nos espèces vivantes. Ces animaux seraient donc perdus, comme ceux qui ensevelis, dans les entrailles de la terre, n'ont plus de représentans sur le globe.

A la vérité, pour tirer une pareille conclusion, il faut admettre (ce que nous croyons avoir prouvé), que les anciens observaient exactement la nature, et de plus, que parmi les animaux dépeints par eux et n'ayant plus de représentans sur la terre, il en est dont l'organisation rendait l'existence possible. Nous prouverons plus tard cette seconde proposition, tout en faisant remarquer que ces animaux dessinés sur les monumens de l'antiquité diffèrent moins de nos espèces actuelles que certaines fossiles, ou plusieurs de celles qui, assez récemment, ont été découvertes dans un continent qui a si long-temps échappé aux recherches des navigateurs.

Rien ne doit donc s'opposer à les faire considérer comme des espèces réelles et qui ont jadis existé. Nous pourrions peut-être rester dans le doute, si elles présentaient une organisation aussi singulière et aussi bizarre que celle que l'on voit aux gigantesques *Megalosaurus*, ou aux étranges *Ichtyosaurus* et *Plesiosaurus*; car il se peut que, sur le seul témoignage des monumens de l'an-

cienne Égypte ou de Rome antique, nous n'eussions pas admis l'existence d'un lézard grand comme une baleine, et encore moins d'un animal en quelque sorte moitié reptile et moitié poisson. Un reptile à quatre pattes, ayant un cou plus long que le corps, nous aurait paru non moins problématique, et selon toutes les apparences nous l'aurions rejeté comme un être fantastique, fruit de l'imagination brillante des artistes de l'antiquité; qui doute pourtant aujourd'hui de leur ancienne présence sur le globe et de leur réalité? Ainsi, avant de nier qu'une espèce ait existé, il faut considérer, non si son organisation est bizarre, mais si cette organisation peut satisfaire aux conditions d'existence qui lui ont été imposées.

L'on objectera peut-être, relativement aux Megalosaurus, aux Ichtyosaurus, et aux Plesiosaurus, que nou avons choisis pour exemples, qu'il s'agit là d'espèces dont la vie antérieure à celle de l'homme, appartient, pour ainsi dire, à un monde imparfait, dont les productions ébauchées, n'ont pu survivre aux divers changemens que le globe a subis. Les espèces contemporaines de l'homme sont les seules, peut-on dire, qui puissent être comparées à nos races vivantes, et leurs tribus n'ont rien d'auss insolite ni d'aussi extraordinaire. Appartenant à la période de stabilité à laquelle le globe est parvenu, surtout depuis les temps historiques; elles ont en elles-mêmes un principe de régularité qui assure leur existence, en leur donnant les moyens de surmonter les causes diverses qui tendraient à les détruire.

En supposant cette objection fondée, d'autres exemples, non moins remarquables, nous prouveront encore

que, lorsque des monumens nous offrent la représentation d'espèces possibles, nous ne devons point les regarder comme imaginaires, lors même que nous n'en découvririons pas de traces sur le globe.

En effet, devrions-nous rejeter comme fabuleux le quadrupède terrestre que les seuls monumens de l'antiquité auraient représenté avec le bec d'un oiseau palmipède, parce que nous aurions supposé que de pareils caractères ne peuvent être réunis? Mais nous aurions en cela contredit la nature qui, dans ce continent si longtemps inaperçu, nous a offert un pareil animal avec tant d'autres productions non moins remarquables. Si des descriptions de cet être singulier nous avaient été laissées, aurions-nous dû les considérer comme apocryphes, parce qu'elles nous auraient annoncé que ce quadrupède, à bec d'oiseau, avait cette autre particularité de pondre des œufs comme les animaux de cette classe?

Autant aurait valu rejeter le dire d'Aristote, lorsqu'il nous raconte l'histoire de ce poisson (*gaubius niger* de Linné) qui fait un nid et couve ses œufs à la manière des oiseaux. Cependant tout récemment Olivi, en observant ce même poisson, a confirmé les observations d'Aristote; et ce qui prouve encore mieux l'exactitude de ce grand homme, c'est qu'Olivi ne s'est pas douté qu'Aristote eût décrit les habitudes du *gaubius*, que ce dernier a nommé *phycis*.

Tout en rejetant l'ornithorinque comme fabuleux, nous en aurions probablement fait autant de l'échidné et du kanguroo, animaux non moins paradoxaux que le premier, et qui, comme lui, habitent la Nouvelle-Hollande.

De même, si quelque artiste d'Herculanum ou de Pompeïa s'était amusé à donner des aîles noires au cygne sous la forme duquel Jupiter avait séduit Léda, les antiquaires n'y auraient peut-être vu qu'une ingénieuse allégorie, ne pouvant se persuader que la blancheur ne fût pas le caractère du cygne.

Cependant la Nouvelle-Hollande nous a offert des cygnes à plumage noir, comme elle nous a présenté des mammifères terrestres à bec d'oiseau; et il n'y a rien là de bien surprenant ni de contraire aux lois de la nature. Dès lors, avant de dire qu'une espèce que nous ne retrouvons plus n'a pas existé, il faut bien s'assurer si son organisation s'oppose ou non à ce qu'elle ait pu vivre. Concluons de ces faits, que puisque des causes naturelles et simples ont bien pu opérer la destruction des espèces que nous supposons perdues, il n'est nullement nécessaire d'avoir recours à des révolutions violentes, et hors de la marche ordinaire des choses, pour se rendre raison de leur disparition.

Dans un mémoire qui suivra celui-ci, nous appellerons l'attention des géologues sur les espèces figurées sur les monumens de l'antiquité, qui paraissent détruites. Ce travail sera suivi d'un autre dans lequel nous discuterons la question de savoir, si nous connaissons réellement tous les minéraux et toutes les roches dont les anciens ont fait usage dans leurs monumens.

Le règne inorganique aurait-il donc, comme les autres règnes de la nature, des espèces qui auraient disparu de la surface du globe, et que l'on ne trouverait plus dans aucune chaîne de montagnes? Sans doute il n'en est

pas ainsi, mais dans le soulèvement des masses solides, des fragmens inférieurs ont bien pu recouvrir les minéraux rapprochés primitivement de la surface du sol, et les soustraire à nos recherches. Cette disparition a donc été produite, si elle a eu lieu, par des causes totalement différentes de celles qui ont agi dans la destruction des espèces vivantes. Les faits qui s'y rapportent n'en sont pas moins intéressans, puisqu'ils pourraient faire supposer qu'il y aurait eu des soulèvemens considérables des masses solides, depuis les temps historiques, à peu près comme tous les foyers volcaniques ont arraché au sein de la terre des minéraux, que peut-être sans leurs éruptions nous n'aurions jamais aperçu.

(Ce mémoire est accompagné d'une table des ouvrages qui ont été consultés par l'auteur dans son travail, et que son étendue nous empêche d'insérer ici. Le nombre total de ces ouvrages s'élève à 163, dont 36 avant le dix-huitième siècle, 100 pendant le dix-huitième, et 27 dans le dix-neuvième.)



PHYSIQUE.

APPENDICE A L'ESQUISSE HISTORIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ, RELATIF PRINCIPALEMENT AUX PROPRIÉTÉS DES AIMANS, AU MAGNÉTISME TERRESTRE ET AUX SOURCES NATURELLES DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU MAGNÉTISME; par le Prof. M. A. DE LA RIVE.

Quand je me suis aperçu du développement qu'avait insensiblement pris l'exposé historique de l'électricité que j'ai essayé d'esquisser, j'ai vivement regretté d'avoir omis quelques détails intéressans que je n'avais pas rapportés d'abord, ayant alors l'intention de donner moins d'extension à cette revue de la science. Je viens donc, dans le but de rendre mon ouvrage moins imparfait, tenter de combler ces lacunes; je profiterai aussi de cette occasion pour signaler quelques recherches nouvelles qui ont été publiées pendant l'impression des différentes parties de mon travail.

C'est surtout dans le § I de la seconde partie, et particulièrement en ce qui concerne les propriétés des aimans, que les omissions sont nombreuses et sensibles; ce sont celles-là que je chercherai d'abord à réparer; puis j'ajouterai quelques nouveaux détails à ceux que j'ai déjà donnés sur les sources naturelles de l'électricité, et sur le

magnétisme terrestre, en insistant particulièrement sur un point que je n'ai fait qu'effleurer, savoir l'existence probable de courans électriques dans l'intérieur de la terre, et l'exposition des théories par lesquelles on lie ces courans avec la constitution même du globe.

Additions au § I *de la seconde partie, relative principalement aux propriétés des aimans.*

Je me suis borné, en parlant des phénomènes électro-dynamiques qui suivirent la découverte d'Œrsted, à exposer la théorie d'Ampère, la seule qui soit maintenant admise ; j'aurais dû, puisque je faisais un exposé historique de la science, parler d'une hypothèse qui fut quelque temps en faveur en Allemagne et en Angleterre. Cette hypothèse consistait à admettre que le conducteur métallique traversé par le courant électrique, recevait par ce fait un magnétisme transversal, de telle sorte qu'il devenait semblable à une suite de petits aimans parallèles entr'eux et tous situés perpendiculairement à la direction du courant. On expliquait ainsi, en les ramenant aux attractions et répulsions magnétiques ordinaires, tous les mouvemens qui résultent de l'action mutuelle, soit des courans les uns sur les autres, soit des courans et des aimans. Mais on ne tarda pas à reconnaître l'imperfection de cette théorie ; la découverte des mouvemens continus de rotation en démontra en particulier toute l'insuffisance ; et elle dut bientôt céder devant la théorie bien plus simple et plus générale qu'avait proposée M. Ampère. Il en fut de même d'une hypothèse qu'avait mise en avant

M. OErsted, et qui reposait sur le principe que les courans électriques affectent, dans leur circulation au travers des conducteurs qui les transmettent, un mouvement dirigé en hélice, mouvement dont l'effet aurait été d'entraîner l'aiguille aimantée dans un sens ou dans l'autre, et de produire, quand deux conducteurs sont en présence, les attractions ou les répulsions.

En démontrant que le magnétisme n'est que le résultat d'un état électrique particulier, M. Ampère a sans doute fait faire un pas immense à la théorie des corps aimantés. Néanmoins il reste encore bien des points obscurs à éclaircir; ces courans électriques moléculaires qui donnent aux aimans leurs propriétés, pourquoi l'acier, le fer, le nickel et le cobalt sont-ils les seuls corps qui soient susceptibles de les acquérir et de les conserver? Quelle est la cause qui fait que, même sous ce dernier rapport, il y a de grandes différences entre les quatre corps que j'ai nommés, et que, tandis que l'acier, et surtout l'acier trempé, peut conserver indéfiniment la vertu magnétique, le fer doux la perd presqu'aussitôt qu'il l'a acquise? Voilà des questions, et on pourrait en présenter bien d'autres encore, qu'un examen détaillé des propriétés des corps magnétiques peut seul résoudre. Quoique cet examen soit encore loin d'avoir été fait d'une manière complète, cependant il est juste de dire que quelques physiciens s'y sont livrés, et s'en occupent encore avec une sagacité et une persévérance dignes d'éloges.

Je dois citer, en première ligne, les recherches de M. Kupffer de Casan, qui ont eu principalement pour objèt l'influence de la température sur les forces magnéti-

ques, et la distribution du magnétisme libre dans les barreaux aimantés (1). Une série d'observations faites en grand nombre et avec beaucoup de soin, ont démontré à M. Kupffer que l'intensité de la force d'un barreau aimanté diminue par la chaleur, de telle sorte que ces décroissemens sont en raison simple des accroissemens de la chaleur. On savait déjà qu'un barreau fortement chauffé et porté au rouge perdait son magnétisme; mais on ne se doutait pas que de très-légères différences de température, telles que celles que l'on observe dans l'atmosphère, pussent diminuer d'une manière sensible sa vertu magnétique. C'est en comptant le nombre d'oscillations que fait une aiguille aimantée exposée à une température plus ou moins élevée, que M. K. est parvenu à apprécier ces petites variations d'intensité qui, indépendamment de leur importance théorique, sont éminemment utiles à connaître pour les observations relatives au magnétisme terrestre. Un fait curieux à signaler c'est qu'un barreau aimanté à une certaine température, étant chauffé d'un certain nombre de degrés, puis refroidi à la température primitive, quoiqu'il recouvre en se refroidissant une partie du magnétisme qu'il avait perdu par l'effet de la chaleur, ne revient jamais à la même force magnétique qu'il possédait auparavant. Ce n'est pas seulement en élevant la température, mais aussi en l'abaissant qu'ont été faites les différentes observations qui ont conduit aux résultats que nous avons mentionnés. Ce-

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXX, p. 113; et T. XXXVI, p. 50.

pendant on a dernièrement annoncé qu'à une température très-basse, les aiguilles aimantées perdaient de leur vertu magnétique, et que par conséquent la loi énoncée plus haut n'était vraie que jusqu'à une température un peu inférieure seulement à celle de la glace fondante.

Il résulte encore des recherches du physicien russe, que la distribution du magnétisme libre dans une aiguille aimantée, est influencée aussi bien que son intensité par les variations de température. En chauffant ou refroidissant seulement l'un des pôles d'une aiguille, on trouve que les points de cette aiguille qui exercent la plus forte action extérieure changent de place, et qu'il en est de même de celui qui n'en exerce aucune, et qu'on appelle *point d'indifférence*. Au reste la position de ce point, ainsi qu'en général la distribution du magnétisme libre, a été l'objet d'une étude approfondie de la part de M. Kupffer. C'est ainsi qu'il s'est assuré en particulier qu'un barreau aimanté, suivant la méthode ordinaire, est toujours plus fort au pôle immédiatement produit par le pôle de l'aimant; qu'un barreau aimanté vertical a plus de force lorsque le pôle nord (dans notre hémisphère) est tourné en bas, que dans la position contraire, effet probablement dû à l'influence du magnétisme terrestre; que le point d'indifférence est toujours plus près du pôle le plus fort que de l'autre, et qu'il n'est au milieu que lorsque le magnétisme du barreau est répandu uniformément dans toute sa longueur. Enfin, au milieu des résulats intéressans que l'auteur a obtenus relativement à l'influence de la forme, de la nature et de la température du barreau sur le magnétisme qu'il possède, je citerai encore les deux obser-

vations suivantes; savoir, qu'en limant en pointe aiguë l'un des pôles d'un aimant, on diminue notablement la force de ce pôle, et que la perte de magnétisme occasionnée par la chaleur n'est pas uniforme dans toute la longueur du barreau; mais qu'elle est plus considérable vers les extrémités que sur le milieu.

M. Barlow, en Angleterre, avait fait un grand nombre d'expériences relatives à l'influence qu'exerce, sur la direction d'une aiguille aimantée, une sphère de fer placée, par rapport à cette aiguille, dans diverses positions; il avait observé avec soin les angles de déviation qui en résultaient pour l'aiguille, et il avait remarqué, en particulier, que l'action de la sphère était la même, qu'elle fût pleine ou vide. Ces recherches, jointes à d'autres antérieures, et en particulier à celles de Coulomb, fournirent à M. Poisson le moyen d'établir la théorie mathématique du magnétisme, comme il l'avait déjà fait pour l'électricité. Il nous serait difficile de pouvoir donner une idée du travail de ce grand physicien, travail qu'il a exposé dans deux mémoires successifs, dont un extrait a été imprimé dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1). Admettant l'existence de deux fluides magnétiques, et supposant que ces fluides ne peuvent sortir des molécules des corps aimantés, il regarde celui-ci comme un assemblage de parcelles extrêmement petites, et de forme quelconque, où résident les deux fluides, et qui sont séparées les unes des autres par des intervalles inaccessibles au magnétisme, dont les dimensions sont du

(1) T. XXV, p. 113 et 221.

même ordre de grandeur que celles des parcelles de matière magnétisable. Il parvint, au moyen d'une analyse très-relevée, à calculer l'action de ces forces magnétiques et à déterminer leurs conditions d'équilibre. Puis, appliquant ses formules aux cas particuliers observés par M. Barlow, il obtint, pour l'expression de la déviation de l'aiguille aimantée qui résulte de l'action d'une sphère de fer, presqu'exactement les mêmes valeurs que l'observation directe avait fournies au physicien anglais. L'action égale d'une sphère pleine et d'une sphère vide, devint aussi une conséquence de la théorie de M. Poisson. Nous en citerons encore une que l'expérience n'avait point indiquée d'avance, et qui, au premier instant, put paraître singulière. Une aiguille aimantée, de petites dimensions, placée dans l'intérieur d'une sphère creuse de fer doux, ou au-dessus d'une plaque de même nature, d'une épaisseur quelconque, mais d'une très-grande étendue, n'éprouvera aucun effet magnétique, ni de la part de la terre, ni de la part d'aimans placés extérieurement à la sphère, ou au-dessous de la plaque. Ainsi l'enveloppe de la sphère et la plaque sont suffisantes, quelque minces qu'elles soient, pour empêcher toute action magnétique de se transmettre; en sorte que, par exemple, un fort aimant étant placé d'un côté de cette plaque à une grande distance de ses bords, des petites parcelles de fer répandues de l'autre côté n'éprouveraient, ni attraction, ni répulsion, et n'adhéreraient point à la plaque de fer, tandis qu'elles pourraient y adhérer fortement du côté de l'aimant, quoique l'épaisseur de la plaque,

ou la distance qui sépare ses deux surfaces, fût très-peu considérable.

La découverte de M. Arago relative à l'action qu'exerce, sur une aiguille aimantée, un disque en mouvement, les expériences qui furent faites ensuite sur le même sujet, en particulier les observations de M. Barlow sur la déviation différente qu'éprouve une aiguille selon que la sphère de fer, près de laquelle elle est placée, est en repos ou possède un mouvement de rotation, fournirent à M. Poisson les moyens de compléter ses premières recherches par une théorie du magnétisme en mouvement (1). Admettant que, dans le cas où le corps soumis à l'action d'un aimant est en mouvement par rapport à cet aimant, il faut, pour qu'il y ait action, que le fluide neutre magnétique, dont on suppose le corps doué, puisse très-facilement être décomposé par l'influence de l'aimant, c'est-à-dire, que la force coërcitive soit nulle ou très-faible; il pose en principe, que les deux fluides magnétiques séparés se meuvent, dans chaque élément, avec des vitesses dépendant, toutes choses égales d'ailleurs, de la résistance que la matière du corps leur oppose. Sans qu'on puisse déterminer à chaque instant la distribution variable des deux fluides dans les élémens magnétiques, on conçoit cependant qu'elle doit être très-différente de la distribution permanente qui a lieu dans l'état d'équilibre. Mais l'analyse de M. Poisson est complétement indépendante de toute hypothèse relative à la disposition des

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XXXII, pp. 225 et 306.



deux fluides dans les élémens magnétiques ; elle est fondée sur un seul principe de mécanique appliqué au cas en question, et dans lequel entrent des fonctions du temps. C'est ce principe dont les conséquences, déduites par le calcul, paraissent s'accorder avec le petit nombre d'observations précises qu'on a jusqu'ici faites sur ce sujet.

On ne peut nier que les hypothèses sur la nature du magnétisme, qu'a admises M. Poisson, ne soient maintenant bien ébranlées, et même, disons-le, complétement abandonnées ; mais la plupart des principes généraux d'où il est parti, fondés uniquement sur des notions de mécanique, et indépendans de la nature des forces, n'en subsistent pas moins dans toute leur rigueur, ainsi que les conséquences qui en ont été tirées au moyen de l'analyse mathématique.

Pendant que les recherches, soit expérimentales, soit théoriques, que nous venons de rappeler, nous faisaient faire quelques pas dans la connaissance de la constitution intime des aimans, des observations d'un autre genre venaient nous donner des notions plus exactes sur quelques propriétés qu'on leur avait à tort attribuées.

On avait avancé, il y a déjà long-temps, que les aimans peuvent exercer quelqu'action chimique et une influence sur la cristallisation ; on avait même cru trouver dans le magnétisme du globe les mêmes propriétés. Dernièrement encore l'abbé Rendu, MM. Muschman, Hansteen et Zantedeschi (1), avaient fait connaître diverses expériences

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVIII, p. 196 ; et *Bibliothèque Universelle*, T. XXXVIII, p. 304 ; T. XXXIX, p. 58 ; et T. XLIII, p. 22.

qui semblaient démontrer cette influence; il est vrai de dire que ces expériences n'avaient jamais été bien décisives, et laissaient encore des doutes sur leurs résultats. M. Erdman, à la suite d'un travail très-détaillé (1), est arrivé à conclure que les effets chimiques que l'on avait attribués au magnétisme, étaient dus à l'action d'autres causes dont on ne s'était pas mis complétement à l'abri, et que, ni les aimans, ni le globe terrestre, ne peuvent exercer d'action de ce genre.

M. Ampère a mis dernièrement en avant l'opinion que, dans quelques cas, les effets chimiques que l'on avait cru produire au moyen des aimans, pourraient bien être dus aux courans électriques que ces aimans peuvent développer par influence, ainsi que l'a découvert M. Faraday. Cette remarque s'appliquait surtout aux observations de ceux des physiciens qui, comme Fresnel et Zantedeschi, avaient aperçu quelque trace d'action chimique, en laissant plongées dans un liquide, pendant plusieurs jours, les extrémités de deux fils métalliques enroulés autour des deux pôles d'un aimant. Il est vrai que les courans excités dans un fil, par l'influence d'un aimant, sont instantanés; mais M. Ampère suppose que les variations d'intensité, que les changemens de température occasionnaient dans l'aimant, pouvaient produire un effet semblable à celui qui aurait eu lieu, si l'on avait approché et éloigné successivement des fils métalliques, un aimant très-faible. Il y aurait eu donc ainsi une succession de plusieurs courans instantanés bien peu intenses, il est vrai, mais capables cependant d'expliquer

(1) *Bibliothèque Universelle*, T. XLII, p. 96.

les légères traces d'action chimique qu'on avait observées.

Un fait, sur l'exactitude duquel on avait aussi conservé quelque doute, c'est la vertu magnétique des rayons solaires. La propriété magnétisante du rayon violet, découverte par Morichini, avait été confirmée, après avoir été long-temps contestée, par Mad. Somerville en Angleterre (1), et par M. Zantedeschi en Italie (2). M. Christie, en faisant osciller des aiguilles aimantées tantôt à l'ombre, tantôt au soleil, ou dans des rayons colorés, avait conclu de ses expériences que les rayons solaires possèdent une influence magnétique (3). Enfin, M. Baumgartner à Vienne, avait reconnu que la lumière blanche directe du soleil peut aimanter l'acier, quand l'aiguille, soumise à son action, présente des places alternativement brillantes et oxidées (4).

Cependant plusieurs physiciens, et notamment Configliachi à Pavie, et M. Bérard à Montpellier, n'avaient pu réussir à obtenir les mêmes résultats, et on pouvait toujours craindre que les traces d'aimantation observées dans quelques cas, ne provinssent de l'action du magnétisme terrestre sur l'aiguille réchauffée par les rayons solaires. MM. Ries et Moser ont fait voir que ces craintes étaient fondées ; en prenant toutes les précautions possibles pour éviter l'action magnétisante du globe, ils n'ont pu obtenir aucune aimantation en exposant pendant un temps plus

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.* T. XXXI, p. 393.
(2) *Bibl. Univ.* T. XLI, p. 64.
(3) *Bibl. Univ.* T. XXXIV, p. 191; et T. XLI, p. 52.
(4) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIII, p. 333.

ou moins long une aiguille à l'action, soit des rayons violets, soit des rayons blancs du soleil. Leurs expériences nombreuses, et faites avec beaucoup de soin, nous paraissent avoir décidé dans un sens négatif, la question du magnétisme de la lumière solaire (1).

Nous croyons qu'il doit en être de même des propriétés électriques qu'ont cru reconnaître dans cette lumière, quelques physiciens, et en particulier M. Barlocci de Rome (2). Ce savant, après avoir étudié l'influence magnétique de la lumière solaire, qu'il croit être parvenu à démontrer par diverses expériences, cherche à prouver, en se servant, comme électroscope, d'une grenouille fraîchement préparée, et en faisant communiquer avec les muscles de l'animal un disque placé dans les rayons rouges du spectre, et avec les nerfs un disque placé dans les rayons violets, que la contraction qu'éprouve la grenouille est due à l'électricité qui résulte de l'action de ces rayons. Mais la plus légère différence de température et tant d'autres causes peuvent occasionner un développement d'électricité, qu'il est bien peu probable que dans les expériences dont il s'agit, ce soit l'action directe de la lumière solaire qui lui donne naissance. D'ailleurs j'ajouterai qu'en prenant les précautions nécessaires pour éviter l'action des causes étrangères, je n'ai jamais pu réussir à trouver dans les rayons solaires la plus légère trace d'électricité.

Un physicien qui s'est encore occupé dernièrement de plusieurs points du magnétisme, est M. de

(1) *Ann. Ch. et de Phys.* T. XLII, p. 304.
(2) *Bibl. Univ.* T. XLII, p. 11.

Haldat de Nancy. Il avait déjà fait sur le magnétisme par rotation, plusieurs recherches intéressantes (1) dont j'avais omis de parler, et à la suite desquelles il avait reconnu que la force d'entrainement qu'exerce sur une aiguille aimantée un disque tournant rapidement au-dessous d'elle, est d'autant moindre que la force coërcitive de la substance dont ce disque est formé, est plus considérable. Ainsi un disque d'acier ne peut entraîner l'aiguille, ni même la faire dévier, si la rotation est très-rapide, tandis qu'un disque de fer doux, un disque de cuivre, l'entraîne dans son mouvement, et cela d'autant plus vivement que sa vitesse est plus grande. Une élévation considérable de température, poussée même jusqu'à l'incandescence, ne diminue nullement la force d'entraînement que possèdent ces disques. Poursuivant ses recherches sur le magnétisme, M. de Haldat est parvenu à produire, au moyen de l'aimantation, des figures analogues à ce que sont dans l'électricité les figures de Lichtemberg (2). Très-dernièrement il vient de publier une suite d'expériences sur l'incoërcibilité du fluide magnétique (3), desquelles il a conclu que le fluide magnétique est incoërcible, c'est-à-dire, qu'il peut transmettre son influence au travers de tous les corps et de tous les agens, sans être le moins du monde arrêté ou modifié par eux, sinon dans le cas où les corps interposés deviennent eux-mêmes magnétiques; en opérant avec des flammes et des corps solides élevés à une très-haute température, il s'est assuré que l'incan-

(1) *Ann. de Ch. et dé Phys.* T. XXXIX, p. 232.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XLII, p. 33.
(3) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. LII, p. 303.

descence ne donne pas au corps, ainsi qu'on l'avait cru, le pouvoir de coërcer l'influence magnétique.

Le pouvoir magnétique considérable que peut acquérir le fer doux, pendant qu'il est sous l'influence de courans électriques même très-faibles, a été encore dernièrement l'objet des recherches de M. Moll (1). Ce physicien a trouvé que le courant produit par deux simples pièces d'argent et de zinc, d'un peu moins de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre, plongées dans l'eau fortement acidulée, peut, en circulant au travers d'un fil métallique enroulé autour d'une pièce de fer doux, en forme de fer à cheval, pesant environ 29 livres, imprimer à cette pièce une aimantation, en vertu de laquelle elle devient capable de porter 13 livres et 4 onces. Avec un couple zinc et cuivre de $4\frac{1}{2}$ pouces carrés de surface, le poids que peut supporter le fer à cheval est de 80 livres; il est de 224 si le couple a une surface de $10\frac{1}{2}$ pouces carrés. On a peine à concevoir comment des courans si peu intenses peuvent produire de si grands effets; ce phénomène est un des plus remarquables parmi ceux que nous présente l'électro-magnétisme; il pourra peut-être, en étant encore mieux étudié, jeter quelque lumière sur la nature et la disposition des courans électriques moléculaires qui produisent le magnétisme dans le fer et dans les corps susceptibles d'aimantation.

La production des courans par influence, découverte il y a environ deux ans par Faraday, a continué à attirer l'attention des physiciens. M. Matteuci (2) a trouvé, à la

(1) *Bibl. Univ.* T. LIII, p. 228.

(2) *Ann. delle Scienze del Regno Lomb.-Veneto.* Bim. III et IV, 1833, p. 185.

suite de quelques recherches expérimentales, que le passage d'un courant ordinaire au travers d'un conducteur, ne modifie en rien la propriété que peut avoir ce dernier, d'en développer un sous l'influence d'un courant extérieur. Il a aussi remarqué que l'intensité du courant produit par influence dans un conducteur quelconque, semble augmenter dans une proportion beaucoup plus grande que l'intensité du courant producteur, à peu près comme le carré de cette dernière. Enfin il essaye d'expliquer, au moyen de la décomposition et de la recomposition successive des électricités naturelles de chaque molécule, l'instantanéité et le sens contraire des courans développés par influence au moment où l'on éloigne le courant producteur. Les journaux scientifiques anglais ont publié récemment des recherches de M. Sturgeon sur la théorie de l'électricité magnétique qui, quoiqu'intéressantes sous quelques rapports, ne semblent pas présenter des faits bien nouveaux (1). Ils annoncent aussi, sans les faire encore connaître avec détails, des travaux sur le même sujet de MM. Christie et Ritchie. Il paraît que le premier de ces physiciens s'est proposé de déterminer expérimentalement les lois que suit l'induction magnéto-électrique dans différentes masses du même métal, et l'énergie avec laquelle elle a lieu dans divers métaux. Les recherches de M. Ritchie semblent avoir principalement pour objet l'application du principe général de l'égalité de l'action et de la réaction à la démonstration de la loi qui régit les phénomènes magnéto-électriques, principe que, dans ce cas particulier, il

(1) *Phil. Mag.* Mai 1833, p. 366, et juin 1833, p. 446.

énonce en disant que, puisqu'un courant voltaïque peut, dans certaines circonstances, développer du magnétisme, les aimans doivent pouvoir, dans certaines circonstances semblables, développer de la même manière des courans électriques.

Je ne veux pas quitter ce sujet sans citer un fait observé par M. Lebaillif, et qui me semble rentrer tout-à-fait dans la classe des phénomènes magnéto-électriques. Ce fait que j'avais oublié précédemment de rappeler, consiste dans la répulsion qu'exercent sur les pôles d'une aiguille aimantée, délicatement suspendue, des morceaux d'antimoine ou de bismuth, qu'on en approche (1). Il me paraît évident que cette répulsion qui, à l'époque où on la découvrit était regardée comme inexplicable, est due au développement de courans électriques par influence, que détermine dans le bismuth ou l'antimoine, l'aiguille aimantée au moment où l'on en approche ces deux métaux; ces courans étant, ainsi que Faraday l'a démontré, dirigés en sens contraire de ceux de l'aimant doivent le repousser, ce qui a effectivement lieu. Il est seulement difficile, dans cette hypothèse, d'expliquer pourquoi cette répulsion que tous les métaux devraient exercer de la même manière sur l'aiguille, n'est sensible que dans le cas du bismuth et de l'antimoine. Peut-être cette différence est-elle due à ce que les deux métaux que nous venons de nommer conservent, à cause de leur structure cristalline particulière et de leur conductibilité imparfaite, les courans électriques développés par influence, plus long-temps

(1) *Bibl. Univ.* T. XL, p. 82.

que les autres métaux dans lesquels ces courans sont trop instantanés pour pouvoir produire la même répulsion.

Malgré les nouvelles recherches que nous avons mentionnées, nous croyons pouvoir n'en persister pas moins dans l'assertion que nous avons précédemment émise, savoir que les phénomènes magnétiques et magnéto-électriques sont encore loin d'être bien expliqués. Nous le répétons encore, et nous ne saurions trop le répéter, ce qui nous manque pour pouvoir arriver à une bonne théorie de cette classe de phénomènes, c'est la connaissance de la constitution intime des aimans, de la manière dont les courans électriques se propagent en général, de la nature particulière de ceux de ces courans qui constituent le magnétisme, et de la cause qui fait que certains corps seulement, en nombre très-limité, sont susceptibles de les acquérir et de les conserver. Tels sont les points que l'on doit chercher maintenant à éclaircir, si l'on veut faire quelques pas un peu significatifs dans l'étude de cette partie de la physique.

Additions à l'article a *du* § II, *relatives principalement aux sources naturelles de l'électricité et du magnétisme.*

Depuis l'impression de la partie de cette esquisse historique dans laquelle j'ai traité des sources de l'électricité, M. Faraday a publié une suite de ses recherches sur les phénomènes électriques (1), dans laquelle il a eu pour

(1) *Philos. Magaz.* Juillet 1833, p. 38.

but de démontrer que l'électricité, quelle que soit la source d'où elle provient, est toujours identique. Il distingue seulement les effets de l'électricité ordinaire, de ceux de l'électricité voltaïque, et montre que la première ne produit pas tous les phénomènes auxquels la seconde donne naissance, que, par exemple, elle peut opérer les décompositions et non les transports électro-chimiques. Il est amené à reconnaître qu'il faut considérer dans l'électricité la *quantité* et l'*intensité*, et il émet l'opinion que certains phénomènes, tels que les effets électro-chimiques et magnétiques, ne dépendent que de la quantité.

Mais c'est principalement sur les sources naturelles de l'électricité que je désire insister, afin de réparer quelques omissions importantes qui me sont échappées sur ce point.

En parlant de l'électricité atmosphérique, je ne sais comment j'ai oublié de citer le beau travail de la section de physique de l'Académie des Sciences, intitulé : *Instruction sur les paratonnerres* (1). Cette instruction rédigée par M. Gay-Lussac, se compose de deux parties distinctes. Dans la première le rédacteur donne un résumé aussi clair que complet de la théorie de la foudre et des paratonnerres. Il rappelle brièvement les principes de l'électricité sur lesquels cette théorie est fondée, et les résultats que l'observation et l'expérience ont fournis sur ce sujet. Il insiste sur les dangers des conducteurs imparfaits, interrompus, ou qui ne sont pas assez gros pour résister à l'action calorifique de la foudre, ainsi que sur la nécessité d'établir entr'eux et le sol une communication

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXVI, p. 258.

aussi parfaite que possible. Il croit, conformément à l'opinion du physicien Charles, qui s'était beaucoup occupé de ce sujet, qu'un paratonnerre peut défendre efficacement autour de lui, des atteintes de la foudre, un espace circulaire d'un rayon double de sa hauteur, règle d'après laquelle on doit disposer les paratonnerres sur les édifices. Il cite enfin un grand nombre de cas où des accidens ont eu lieu parce qu'on n'avait pas pris les précautions qu'il recommande, ou par l'absence de paratonnerre. Un fait remarquable qu'il rapporte, et qui semble prouver que des mouvemens dans l'air facilitent la chute de la foudre, c'est qu'en 1718, dans la nuit du 14 au 15 avril, le tonnerre tomba en Bretagne sur vingt-quatre églises qui étaient précisément celles où l'on sonnait, tandis qu'il épargna celles où l'on ne sonnait pas. Il s'élève donc fortement contre l'habitude que l'on a, surtout dans les campagnes, de sonner les cloches aux approches d'un orage, pour l'écarter et fendre, dit-on, la nuée orageuse.

La partie pratique de l'instruction renferme un grand nombre de détails intéressans sur la construction des paratonnerres. On y recommande, en particulier, de donner à la tige verticale en fer une hauteur de 21 à 27 pieds et une forme pyramidale ayant une base de 2 pouces de côté environ, et de la terminer, pour éviter l'oxidation du fer, par une pointe en cuivre doré ou en platine. Les conducteurs doivent être ou des barres de fer de 7 à 8 lig. en carré, ou des cordes de fils de fer d'un diamètre de même dimension ; il faut fixer solidement, par un contact bien métallique, ces conducteurs à la tige verticale, les faire aboutir dans un puits, s'il y en a dans le voi-

sinage, de manière qu'ils plongent dans l'eau de deux pieds au moins, ou s'il n'y a pas de puits, les enfoncer dans un trou de 9 à 15 pieds de profondeur, en les entourant de braise, ce qui a le double avantage de faciliter l'écoulement de la matière électrique et de préserver le fer de la rouille. Il est avantageux, lorsque, à cause des dimensions du bâtiment, on juge nécessaire de mettre plusieurs paratonnerres, de les faire tous communiquer entr'eux au moyen de barres de fer et de les rendre ainsi solidaires. On trouve encore dans l'instruction plusieurs renseignemens précieux sur la construction des différentes pièces des paratonnerres, ainsi que sur la manière la plus convenable de les disposer suivant la nature de l'édifice dont il s'agit. Il y est même dit que dans quelques cas, comme lorsqu'il s'agit de clochers sur lesquels il y a une croix, il suffit de faire communiquer la croix avec le sol par un bon conducteur pour préserver le clocher et l'église. Nous pouvons ajouter, quoique le rapport n'en parle pas, que l'expérience a prouvé que les maisons dont les toits bien garnis de fer blanc communiquent avec le sol, au moyen des tuyaux métalliques destinés à l'écoulement des eaux, sont par cela même à l'abri de la foudre et peuvent se passer de paratonnerres.

Une autre omission que je désire réparer, est celle que j'ai commise en parlant de l'électricité développée par la torpille. J'ai dit que je croyais que depuis le travail de Sir H. Davy sur ce sujet, on avait réussi à obtenir des signes non équivoques de courans électriques en touchant avec les deux extrémités du galvanomètre, certains points du corps de l'animal. Je me suis assuré que les recherches aux-

quelles je faisais allusion avaient été entreprises sur la recommandation du célèbre chimiste anglais, par son frère le Dr. Davy, pendant un séjour qu'il fit à Malte où il pouvait facilement se procurer des torpilles vivantes. En appliquant les deux bouts du fil métallique d'un galvanomètre aux deux extrémités de l'organe électrique, il obtenait dans le fil un courant capable, non-seulement de faire dévier l'aiguille aimantée, mais aussi d'aimanter fortement des aiguilles d'acier non magnétiques; ce courant pouvait aussi décomposer une solution saline et produire des secousses; mais l'auteur ne put parvenir à y découvrir des traces sensibles de chaleur ou de lumière. Le sens du courant indiquait que la surface inférieure de l'organe électrique était la source de l'électricité négative, et, la surface supérieure, la source de l'électricité positive. Quant à la structure anatomique de cet organe, le Dr. Davy en donne une description détaillée de laquelle il conclut qu'il n'est pas musculaire, mais que les colonnes dont il est composé, sont formées de fibres tendineuses ou nerveuses, remplies d'un fluide gélatineux et d'une grande quantité d'eau qui peut être dégagée par l'évaporation (1).

Indépendamment de l'électricité atmosphérique et de l'électricité animale, il existe une troisième source naturelle de l'électricité, que je n'ai fait qu'indiquer et sur laquelle il me paraît intéressant de donner quelques détails dans cet appendice. Cette troisième source est celle qui est connue sous le nom de magnétisme terrestre et qui con-

(1) *Bibl. Univ.* T. LI, p. 209.

siste dans l'existence probable de courans électriques au-dessous et très-près de la surface du globe. Autrefois le magnétisme terrestre était attribué à deux pôles magnétiques que l'on supposait placés près des pôles de la terre; mais depuis que l'on est parvenu à démontrer l'identité du magnétisme et de l'électricité, depuis surtout qu'on a vu des courans électriques pouvoir imprimer à l'aiguille aimantée une direction déterminée, on a recouru à la supposition bien plus probable de courans électriques terrestres pour expliquer l'action directrice qu'exerce le globe sur l'aiguille aimantée. Cette hypothèse à laquelle l'étude approfondie qu'on a faite du magnétisme terrestre semble être plus favorable qu'à toute autre, paraît aussi se concilier de la manière la plus remarquable avec la constitution de notre globe, et avec les phénomènes qui se passent au-dessous, comme au-dessus de sa surface. Quelques développemens suffiront, j'espère, pour prouver l'exactitude de mon assertion.

Deux circonstances observées avec soin en un grand nombre de points de la surface du globe, ont jeté du jour sur la théorie du magnétisme terrestre, savoir la *direction* de l'attraction exercée par le globe sur l'aiguille aimantée, et l'*intensité* de cette attraction. La première de ces deux circonstances nécessite, comme on sait, deux déterminations, celle de l'angle fait dans chaque lieu par la direction de l'aiguille avec la verticale, c'est-à-dire de l'*inclinaison*, et celle de l'angle que fait cette même direction avec la ligne sud-nord, ou la méridienne astronomique, c'est-à-dire la *déclinaison*. Depuis les données que M. de Humboldt a fournies sur ces différens points, au commencement de ce siècle, un

grand nombre de voyageurs et de physiciens ont continué à faire des observations de ce genre. Parmi toutes les recherches auxquelles ils se sont livrés, et auxquelles il se livrent encore, nous ne pouvons en citer que quelques-unes qui nous paraissent les plus remarquables.

Les nombreux voyages de découvertes, exécutés depuis quelques années, surtout dans les régions voisines du pôle boréal, ont permis à M. Hansteen de tirer des observations des voyageurs et de celles qu'il a lui-même faites en divers lieux et notamment en Sibérie, des inductions ingénieuses sur la position des pôles magnétiques de la terre et des lignes isodynamiques, c'est-à-dire des lignes qui passent par tous les points où l'intensité du magnétisme est la même (1). La disposition de ces lignes, que l'on avait long-temps cru être celle de petits cercles parallèles à peu près à l'équateur magnétique, n'est point aussi régulière; au contraire elle semble indiquer l'existence, dans chaque hémisphère, de deux pôles magnétiques distincts, qui forment chacun un centre autour duquel sont distribuées assez régulièrement les courbes isodynamiques; ces pôles sont situés, pour l'hémisphère boréal, l'un dan-la baie d'Hudson, l'autre en Sibérie; ce dernier paraît être un peu plus faible que le premier.

Les observations du Capitaine Sabine, du Capitaine Freycinet, et surtout celles du Capit. Duperrey, ont fourni un grand nombre de renseignemens aussi précieux par leur exactitude que par le choix des localités où elles ont été faites. Celles du Capitaine Duperrey, exécutées dans

(1) *Bibl. Univ.* T. XXXII, p. 161 et 255; et T. XLII, p. 212.

le voyage de découvertes qu'il entreprit, à bord de la *Coquille*, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825 (1), ont permis de déterminer la position actuelle de l'équateur magnétique, soit de la courbe qui passe par tous les points où l'aiguille aimantée n'éprouve aucune inclinaison, c'est-à-dire demeure parfaitement horizontale. On sait que la direction générale de cette courbe est celle d'un grand cercle de la sphère terrestre, formant un angle de quelques degrés avec l'équateur terrestre; déterminée déjà en 1780, elle l'avait été encore plus tard par M. Morlet, à la suite des observations de M. de Humboldt. Celles de M. Duperrey montrent qu'elle est soumise à un mouvement de translation qui, d'année en année, la transporte progressivement de l'orient à l'occident. Des observations fort exactes faites en 1829, à bord de l'*Uranie*, par M. Freycinet, avaient déjà indiqué un déplacement dans le point d'intersection de l'équateur magnétique avec l'équateur terrestre, et il résulte de celles de M. Sabine que ce point est maintenant environ de 13° plus à l'ouest qu'il ne l'était en 1780. M. Kupffer, à la suite de recherches sur divers points du magnétisme terrestre (2), a reconnu aussi un mouvement de translation de l'orient à l'occident dans la ligne sans déclinaison, c'est-à-dire dans la ligne qui passe par tous les points successifs où l'aiguille aimantée est dirigée exactement du sud au nord. Il est évident que ces deux mouvemens sont intimément liés,

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXX, p. 337; T. XXXIV, p. 298; et T. XLV, p. 371.

(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXV, p. 225; et T. XL, p. 437.

et qu'ils donnent une explication du fait que dans chaque lieu d'année en année la déclinaison et l'inclinaison augmentent ou diminuent d'une manière régulière. Je voudrais pouvoir citer encore celles des observations de M. Kupffer, qui ont pour objet l'étude des variations dans la durée moyenne des oscillations de l'aiguille dans un même lieu, variations qui paraissent plutôt dépendre de celles de l'inclinaison magnétique que de celles de l'intensité. Au reste M. Arago, qui depuis un très-grand nombre d'années se livre, sur ce sujet, à des observations d'une grande exactitude, a reconnu directement des variations diurnes dans l'inclinaison et même dans l'intensité du magnétisme terrestre.

M. Dove a publié récemment, avec un préambule de M. de Humboldt (1), des observations correspondantes sur les variations horaires régulières et les perturbations de la déclinaison magnétique dans l'Europe centrale et orientale. Il résulte de ce travail que dans chaque point la marche des oscillations magnétiques, comme celle des oscillations du baromètre, paraît dépendre des mouvemens diurnes apparens du soleil, que l'amplitude de la déviation totale est plus grande en été qu'en hiver, et que le moment du maximum de la déviation occidentale tombe, pendant toute l'année, entre une et deux heures après midi. Quant aux perturbations singulières de l'aiguille aimantée, que M. de Humboldt avait observées, et qu'il a appelées *orages magnétiques*, M. Dove en cite des exemples qui prouvent qu'elles coïncident, ainsi que M. Arago l'a prou-

(1) *Bibl. Univ.* T. L., p. 382.

vé, avec le phénomène des aurores boréales, même dans les pays fort éloignés des lieux où l'aurore boréale est visible. Cette coïncidence résulte encore d'un très-grand nombre d'observations, telles, par exemple, que celles que rapporte M. Fox à l'occasion de quelques recherches sur la variation de l'intensité du magnétisme terrestre (1). Mais les principales se trouvent réunies dans les *Annales de Chimie et de Physique* où elles ont été publiées successivement par M. Arago, qui même s'est livré sur ce sujet à une discussion intéressante, à l'occasion de quelques objections qui avaient été présentées contre sa manière de voir par le Dr. Brewster (2).

Quoique je me voie obligé de passer sous silence plusieurs des recherches auxquelles on s'est livré sur les phénomènes du magnétisme terrestre, je désire encore citer celles que quelques physiciens américains ont entreprises sur la déclinaison de l'aiguille aimantée aux États-Unis (3), et les observations de M. Quételet sur la mesure de l'intensité magnétique en différens lieux de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Suisse et de l'Italie (4). Les premières conduisent à des conséquences tout-à-fait semblables à celles qu'ont tirées de leurs observations, les physiciens européens et notamment M. Hansteen. Les secondes, celles de M. Quételet, exécutées avec un soin tout particulier, font connaître l'intensité horizontale du

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIX, p. 381.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXIX, p. 369.
(3) *Bibl. Univ.* T. XLIII, p. 249.
(4) *Bibl. Univ.* T. XLIII, p. 360; et T. XLVII, p. 225.

magnétisme terrestre pour un très-grand nombre de lieux dans les pays que j'ai nommés, et quant à l'intensité totale elle n'a pu être déterminée que pour ceux de ces lieux dont l'inclinaison magnétique était connue. L'intensité horizontale va en augmentant à mesure qu'on s'approche du sud, conséquence naturelle de la diminution de l'inclinaison; l'intensité totale au contraire, sauf une ou deux anomalies, semble s'accroître à mesure qu'on s'avance vers le nord. Qu'il me soit encore permis, à l'occasion des intensités magnétiques, de rappeler la coïncidence remarquable que M. Necker De Saussure a trouvée exister entre la direction des courbes d'égale intensité magnétique et celle de la stratification des chaînes principales de montagnes, et du relief des continens (1). Ce rapport que M. Necker a réussi à établir avec beaucoup de précision, en s'appuyant sur les nombreuses observations magnétiques dont la science s'est enrichie depuis quelques années, et en particulier sur celles de M. Hansteen, n'est certainement pas une circonstance purement fortuite et présente beaucoup d'intérêt sous le point de vue géologique comme sous le point de vue physique.

L'examen que nous venons de faire des résultats auxquels l'observation a conduit jusqu'à ce jour, sur le magnétisme terrestre, quelque rapide qu'il soit, est suffisant cependant pour nous permettre d'apprécier les théories par lesquelles on a cherché à expliquer cette propriété remarquable de notre globe. Les anomalies que présentent la direction et l'intensité des forces magnéti-

(1) *Bibl. Univ.* T. XLIII, p. 166.

ques en quelques lieux, les changemens que dans tous elles éprouvent constamment avec le temps, ne peuvent se concilier avec la supposition de pôles magnétiques terrestres, à moins qu'on ne consente à en multiplier le nombre et à leur attribuer un mouvement qui les fasse constamment changer de place; hypothèses trop improbables et trop contraires à tous les phénomènes connus pour qu'on puisse les admettre. Il est facile de voir que la supposition de courans électriques disséminés sur toute la surface du globe, en même temps qu'elle explique très-bien la direction générale de l'aiguille aimantée, peut, beaucoup mieux que toute autre, rendre compte des anomalies et des irrégularités que cette direction éprouve dans quelques points; il suffit en effet d'admettre, ce qui ne présente rien d'improbable, qu'une circonstance particulière peut modifier légèrement la direction et l'intensité des courans électriques dans les lieux dont il s'agit. Mais d'où peuvent naître ces courans terrestres? Comment leur existence peut-elle s'accorder avec la constitution de notre globe, avec les phénomènes divers qu'il présente? Telles sont les questions auxquelles je vais essayer de répondre, en donnant un exposé très-abrégé des idées qu'on a émises à cet égard. Je me permettrai seulement, avant d'entamer ce sujet par lequel je terminerai cet appendice, de combattre immédiatement une hypothèse que l'on a mise dernièrement en avant pour expliquer les courans terrestres, et dans laquelle on les suppose dus au simple mouvement de rotation qu'éprouve la terre. Cette théorie basée sur l'action que M. Arago a découvert être exercée sur une aiguille aimantée par un disque

tournant, ne peut s'appliquer au cas du globe terrestre, puisque l'aiguille participe à son mouvement propre et qu'elle est par conséquent, par rapport à lui, dans un repos relatif. Or la condition nécessaire pour le développement du magnétisme par rotation, c'est le mouvement relatif de l'aiguille et du corps qui doit agir sur elle.

Il faut donc chercher ailleurs que dans l'aiguille aimantée elle-même, l'origine des courans terrestres. Partant de l'idée mise en avant par Davy, que notre globe est formé d'un noyau métallique recouvert d'une couche oxidée, M. Ampère avait cru trouver la source de ces courans dans l'action chimique que doivent exercer sur la surface non oxidée de ce noyau, l'eau et les divers agens qui peuvent l'atteindre. Cette hypothèse, basée sur la nature des substances terreuses qui sont toutes des oxides métalliques, paraissait aussi donner une explication satisfaisante de tous les autres phénomènes de la physique terrestre. Cependant elle a été attaquée, et dernièrement on a cherché à lui en substituer une autre, qui consiste dans la supposition que notre globe a été primitivement, par l'effet d'une haute température, dans un état de complète liquidité, qu'il s'est ensuite peu à peu refroidi, que ce refroidissement a produit la solidification de la couche extérieure, et qu'en continuant toujours, il détermine un accroissement dans l'épaisseur de cette couche qui cependant est encore bien faible relativement à l'étendue de la masse liquide centrale. Cette théorie s'appuie principalement sur la forme sphéroïdale de la terre, qui n'a pu résulter que de l'effet de la rotation sur une masse liquide ; l'accroissement régulier de température que l'on observe constamment

partout, dès que l'on pénètre un peu au-dessous de la surface du sol, l'apparition des volcans dont les produits proviennent des matériaux incandescens que renferme l'intérieur du globe, les tremblemens de terre qui sont l'effet des efforts que les matières soulevées par la force élastique des gaz et des vapeurs font pour s'échapper; voilà encore une partie des faits, parmi beaucoup d'autres, que l'on invoque comme argumens en faveur de l'opinion que nous venons de rappeler.

Pour expliquer les courans terrestres, on est obligé de recourir, dans cette théorie, à l'action calorifique des rayons solaires; on suppose donc la surface de la terre recouverte de courans thermo-électriques, auxquels donne naissance la différence de température qui existe entre les points de cette surface que réchauffe le soleil et ceux qu'il n'a pas encore réchauffés. Mais cette différence de température est si faible, les substances qui forment la surface de la terre sont si peu conductrices de la chaleur et de l'électricité, le calorique y est distribué tellement irrégulièrement, qu'il est difficile qu'on puisse trouver dans la cause que nous venons d'indiquer, une source de courans assez intenses et disposés d'une manière assez régulière pour expliquer les phénomènes du magnétisme terrestre. Peut-être peut-on avec plus de vraisemblance, attribuer à ces courans thermo-électriques que développe sur la surface du sol l'action calorifique du soleil, les variations diurnes et correspondantes au mouvement apparent de cet astre, qu'éprouvent la direction de l'aiguille aimantée et l'intensité des forces qui la sollicitent. L'amplitude de ces variations, plus grande dans nos latitudes en été qu'en

hiver, et à l'époque la plus chaude de la journée que dans la nuit, semble très-favorable à cette dernière opinion. Mais il ne faut pas aller plus loin, ni vouloir étendre au-delà des limites qu'elle ne peut raisonnablement dépasser, l'influence des courans thermo-électriques terrestres.

On est ainsi forcé de revenir à la théorie d'Ampère sur l'origine des courans électriques terrestres, et par conséquent à celle de Davy sur la constitution de notre globe. Cette dernière est-elle donc de nature à rendre impossible toute explication de la forme sphéroïdale de ce globe et des phénomènes qui se passent, soit à sa surface, soit au-dessous? Telle est la question sur laquelle M. Ampère a émis dans ses leçons quelques idées éminemment ingénieuses que vient de nous faire connaître M. Roulin, en les rédigeant pour un journal littéraire (1).

Remarquant d'abord que le fait sur lequel les partisans de la liquidité du noyau intérieur de la terre s'appuient le plus, savoir l'augmentation de la température à mesure qu'on s'enfonce au-dessous de la surface du sol, n'est point contraire à la supposition de l'existence d'un noyau solide, soumis, à sa surface, à une action chimique, source d'une grande chaleur, il ne peut s'empêcher d'observer qu'il y a une extrême légèreté à conclure de ce qui se passe dans $\frac{1}{1400}$ au plus du diamètre de la terre (car on n'a jamais pu pénétrer, même jusqu'à la profondeur d'une lieue en terre), à ce qui a lieu dans toute son étendue. C'est au contraire une règle imprescriptible en

(1) *Revue des deux mondes*, T. III, seconde série, (1^r^ juillet 1833) p. 96.

physique, qu'on ne doit considérer une loi comme générale que lorsqu'elle a été observée directement dans la plus grande partie de l'échelle ; or ce n'est pas la règle que l'on suit, lorsqu'on déduit des observations faites entre des limites si étroites, la conséquence que la température va toujours en augmentant jusqu'au centre ou au moins jusqu'au noyau liquide. Ceux qui admettent la liquidité intérieure de la terre ne paraissent pas non plus avoir songé à l'action qu'exercerait la lune sur cette énorme masse liquide, action d'où résulteraient des marées analogues à celles de nos mers, mais bien autrement terribles, tant par leur étendue que par la densité du liquide. Il est difficile de concevoir comment l'enveloppe de la terre pourrait y résister, si, comme il faut l'admettre dans cette hypothèse, il existe un espace vide entre l'enveloppe solide et la matière liquide.

Pour bien analyser et pouvoir justifier la théorie du noyau solide, il faut remonter à sa formation ; or c'est ce que fait M. Ampère. Il commence par admettre, comme Herschel l'a proposé, en s'appuyant sur l'apparence des corps célestes et en particulier des nébuleuses, que la matière dont les globes sont composés était d'abord à l'état gazeux ; c'est l'état qui constituait le cahos. Tous les corps, soit simples, soit composés, qui ont concouru à la formation de notre système planétaire et de la terre en particulier, devaient, à cette époque, avoir une température plus élevée que celle à laquelle celui de tous ces corps qui est le moins volatil resterait à l'état liquide. Pour qu'il y ait eu formation de corps liquides ou solides aux dépens de cette immense masse gazeuse, il

a fallu qu'il s'y opérât un refroidissement, et le premier dépôt aura eu lieu quand la température sera descendue au point auquel le corps le moins volatil aura cessé de subsister à l'état de fluide élastique. Quand toute cette première sorte de substance provenant d'une portion déterminée de l'espace se sera réunie en une seule masse liquide (masse qui, en vertu de l'attraction mutuelle de toutes ses parties, aura pris la forme d'un sphéroïde aplati, si elle a eu une rotation sur elle-même), il ne se sera plus formé de dépôt jusqu'à ce que par la continuation du refroidissement, la masse soit descendue à une température à laquelle une seconde substance gazeuse aura pu, en se condensant, devenir liquide. Arrivée à ce point la seconde substance se sera déposée sur le premier noyau, autour duquel elle aura formé une couche concentrique. Le refroidissement aura toujours continué, et les autres substances restées à l'état de gaz se seront aussi dépoposées successivement.

Chacun des dépôts n'aura été probablement formé que d'une seule substance, soit simple, soit composée; car il est difficile d'admettre, et nous n'en trouverions pas d'exemples, que deux substances différentes se liquéfient précisément au même degré de température. Ces substances ainsi déposées en couches régulières et concentriques auront dû probablement agir chimiquement les unes sur les autres. De là formation de combinaisons, déchiremens, élévation de température, soulèvement de surface par une sorte d'ébullition, enfin formation de matière solide toutes les fois qu'un des composés produits aura exigé, pour rester à l'état liquide, une température

beaucoup plus élevée. Ce n'est qu'après un grand nombre de bouleversemens et en vertu d'un refroidissement ultérieur, qu'il aura pu se former une croûte assez solide pour mettre obstacle à de nouvelles combinaisons chimiques. Mais quand la température aura été abaissée de manière à permettre qu'une nouvelle substance soit venue se déposer à l'état liquide sur cette couche solide, des phénomènes analogues à ceux dont nous venons de parler, auront pu se reproduire, ou sur cette couche, si elle était attaquable, ou sur une couche inférieure que la substance liquide aura atteinte au travers des fissures de la première; de là seront résultés des bouleversemens nouveaux et des explosions qui auront pu briser plus ou moins la croûte solide extérieure.

C'est ainsi qu'on peut rendre raison des révolutions successives qu'a éprouvées le globe terrestre, du brisement et de la disposition sous toute espèce d'inclinaisons, de couches formées d'abord selon des lignes de niveau.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans les développemens qu'il consacre à l'explication des différentes catastrophes ou cataclysmes qu'a dû éprouver la surface de la terre, et de l'ordre dans lequel se sont succédés les différens produits, soit végétaux, soit animaux, de la création. Nous en avons assez dit pour montrer, ce qui était notre but, que l'existence d'un noyau solide est tout-à-fait compatible avec la manière dont on peut supposer que le globe a été formé, et peut très-bien se concilier avec son aplatissement à ses deux pôles.

Ajoutons seulement encore qu'à une certaine époque du refroidissement, l'eau a dû se déposer sur toute la cou-

che solide du globe, puis qu'à la suite des catastrophes et des soulèvemens qui en ont été la conséquence, cette eau n'a plus recouvert qu'une portion de la surface de la terre. C'est cette eau qui maintenant pénétrant jusqu'au noyau métallique et exerçant sur sa surface une action chimique des plus vives, produit la chaleur, les courans électriques et les volcans. Davy avait déjà montré que les phénomènes qui accompagnent les éruptions volcaniques, ainsi que la nature des gaz qui s'échappent des volcans, étaient tout-à-fait favorables à cette opinion (1). Dernièrement, M. Boussingault, à la suite de recherches chimiques sur la nature des fluides élastiques qui se dégagent des volcans de l'équateur, a trouvé que ces fluides sont les mêmes dans les différens volcans, savoir de la vapeur d'eau en très-grande quantité, du gaz acide carbonique, du gaz acide hydro-sulfurique, quelquefois de la vapeur de soufre. La présence de l'hydrogène démontre qu'il y a eu décomposition d'eau, et celle du soufre, que cette substance se trouve mélangée, sur la surface du noyau métallique, avec les métaux très-oxidables dont ce noyau est probablement formé. Or, ce mélange est d'autant plus naturel que les températures auxquelles le soufre et ces métaux se solidifient sont très-voisines les unes des autres. Une analyse des eaux thermales des Cordillières, due encore à M. Boussingault (3), lui a prouvé qu'elles étaient chargées d'acide hydro-sulfurique, comme au reste le sont presque toutes les eaux thermales;

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. XXXVIII, p. 133.
(2) *Ann. de Ch. et de Phys.* T. LII.
(3) *Idem*, T. LII, p. 181.

ce qui semble démontrer qu'elles proviennent des vapeurs et des gaz qui, s'élevant de la surface attaquée du noyau métallique, viennent, au travers de quelques fissures, se condenser dans les cavités que récèlent les montagnes, d'où ensuite elles coulent dans les plaines. La présence de l'acide carbonique qui accompagne presque partout l'acide hydro-sulfurique, est probablement due à des carbonates, qui se trouvent aussi dans le voisinage de la couche attaquée et sont décomposés par la forte chaleur à laquelle l'action chimique donne naissance.

Il résulte du court exposé qui précède, que l'existence d'une action chimique s'exerçant à une certaine profondeur au-dessous de la surface du sol, paraît presqu'entièrement démontrée. Dès lors, non-seulement les volcans, les tremblemens de terre, les eaux thermales et l'accroissement de température à mesure qu'on s'enfonce dans la couche oxidée, deviennent faciles à expliquer, mais la production des courans électriques se trouve être une conséquence forcée de l'existence de cette action chimique. Quant à la direction générale de ces courans, elle dépendra de la position relative des élémens négatifs, qui sont les substances déjà oxidées, et des élémens positifs, qui sont les métaux dont est formée la surface du noyau; or comme cette position peut changer, on conçoit dès lors les variations qui en résulteront dans la direction de l'aiguille aimantée. La rotation de la terre, sa forme de sphère aplatie, qui doit déterminer à ses deux pôles un contact plus intime entre la couche oxidée et le noyau métallique, sont des circonstances qui influeront aussi nécessairement sur la direction des courans terrestres. Ajoutons enfin que l'exis-

tence de ces courans, n'est plus purement hypothétique depuis que différens physiciens anglais, et en particulier M. Fox le premier, ont réussi, au moyen du galvanomètre, à en trouver des traces évidentes dans les filons métallifères des mines du Cornouailles (1).

Indication des mémoires et des ouvrages auxquels j'ai fait allusion dans l'esquisse historique, et que j'ai omis de citer en note.

(*N.B.* Cette indication concerne principalement le § I de la seconde partie. La plupart des mémoires ont été imprimés également dans la *Bibliothèque Universelle*, et dans les *Annales de Chimie*; mais je me suis borné, pour chacun, à une seule indication.)

AMPÈRE. *Mémoires relatifs aux phénomènes électrodynamiques*; Annales de Chimie et de Physique, T. XV, p. 59 et 170; T. XX, pp. 60 et 398; T. XXVI, pp. 134, 246 et 390; T. XXIX, p. 381; T. XXX, p. 29; T. XXXVII, p. 113. — *Théorie des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience*; 1 vol. in-4°, 1826.

ARAGO. *Expériences relatives à l'aimantation par les courans électriques*; Ann. de Ch. et de Phys. T. XV, pp. 93 et 393. — *Phénomènes magnétiques auxquels le mouvement donne naissance*; Idem, T. XXVII, p. 363; T. XXVIII, p. 325; et T. XXXII, p. 213.

BABBAGE et HERSCHEL. *Magnétisme par rotation*, Bibl. Univ. T. XXIX, p. 254.

BARLOW. *Influence sur l'aiguille aimantée d'un boulet de fer creux et d'un boulet solide*; Bibl. Univ. T. XXXIV, p. 188.

BECQUEREL et AMPÈRE. *Courans magnéto-électriques*; Ann. de Ch. et de Phys., T. XLVIII, p. 402.

(1) *Bibl. Univ.*, T. XLVII, p. 113.

BECQUEREL. *Actions magnétiques développées dans tous les corps*; Idem, T. XXXVI, p. 337. — *Décompositions et combinaisons chimiques produites par l'effet de petites forces électriques*; Idem, T. XXXIV, p. 152; T. XXXV, p. 113; T. XLI, p. 25; T. XLII, p. 225; T. XLIII, p. 131; T. XLVII, p. 5; T. XLVIII, p. 337; T. XLIX, p. 131; T. LI, p. 106.

BOTTO. *Effets chimiques des courans magnéto-électriques*; Bibl. Univ., T. LI, p. 21

DAVY. *Mouvemens électromagnétiques*; Idem, T. XXV, p. 98.

DE LA RIVE, père. *Anneaux flottans*, et *Expériences électromagnétiques*; Idem, T. XVI, p. 201; et T. XVIII, p. 269.

DE LA RIVE, fils. *Influence du globe terrestre sur les courans électriques*; Ann. de Ch. et de Phys., T. XXI, p. 24.

DUTROCHET. *Phénomènes de l'endosmose et de l'exosmose*; Idem, T. XLIX, p. 411; et T. LI, p. 159.

FARADAY. *Mouvemens électromagnétiques*; Idem, T. XVIII, p. 337. — *Courans électriques développés par influence*; Idem, T. L, pp. 5 et 113; et T. LI, p. 404.

HENRY et TEN EYCK. *Aimantation du fer doux par les courans électriques*; Bibl. Univ., T. XLIX, p. 102.

MOLL. *Même sujet*; Idem, T. XLV, p. 19. Ann. de Ch. et de Ph.; T. L, p. 324.

NOBILI et BACELLI. *Magnétisme du cuivre et d'autres substances*; Bibl. Univ., T. XXXI, p. 35.

NOBILI et ANTINORI. *Expériences magnéto-électriques*; Ann. de Ch. et de Phys., T. XLVIII, p. 412; T. L, p. 280.

NOBILI. *Galvanomètres*; Bibl. Univ., T. XXVII, p. 10; T. XXVIII, p. 79; T. XLIV, p. 225. — Ann. de Ch. et de Phys. T. XLIII, p. 146.

OERSTED. *Expériences et considérations sur l'effet du conflit électrique sur l'aiguille aimantée*; Bibl. Univ. T. XIV, p. 417; et T. XVIII, p. 3.

PIXII (MM.) *Machine pour décomposer l'eau par les courans magnéto-électriques*; Ann. de Ch. et de Phys. T. LI, pp. 72 et 76.

WEBSTER et HARE. *Aimantation du fer doux par les courans électriques*; Bibl. Univ., T. XLVIII, p. 225.

…ATIONS MI…

…06,91 mètres, soi…

…ps, soit 3°,49′, à…

…T 1833.

Phases de la Lune.	…METRE …veu. …di.	3 h.	PLUIE ou NEIGE en 24 h.
	…és.	degrés.	
		92	pl. 6,81 li…
○		64	4,05
		61	—
		62	0,37
		76	—
		78	—
		94	2,02
		75	3,68
		75	—
☾		84	—
		63	—
		64	—
		99	—
		78	2,76
		78	6,44
		67	0,55
●		63	1,47
		66	—
		63	—
		64	—
		70	—
		61	3,86
☽		73	—
		77	—
		65	0,55
		63	—
		65	—
		62	—
		77	—
		74	—
○		65	—
Moyen…	…4	71,55	Eau 32,156

TA

. BER ue celles qu'on fait à GENÈVE.

OMÈTR		U CIEL.
i.	3 h	3 h. ap. m.
lix.	deg	
8	+ ua.	serein
6	ua.	sol. nua.
6	ua.	brouil.
5	ua.	sol. nua.
2	ua.	sol. nua.
2	ua.	sol. nua.
4	rt	couvert
6	rt	sol. nua.
7	ua.	sol. nua.
4	ua.	sol. nua.
0	ua.	sol. nua.
3	l.	brouil.
4	l.	sol. nua.
8		sol. nua.
4	ua.	sol. nua.
7		serein
8	ua.	sol. nua.
6	ua.	sol. nua.
5	ua.	sol. nua.
0		pluie
8	l.	brouil.
2	ua.	serein
0	ua.	sol. nua.
0	rt	couvert
8	ua.	sol. nua.
6	ua.	sol. nua.
4	l.	sol. nua.
5	ua.	sol. nua.
8		couvert
0	rt	couvert
81	+	

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

MÉMOIRE SUR LES SEICHES DU LAC DE GENÈVE, composé de 1803 à 1804, par le Prof. VAUCHER. (*Mémoire de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, T. IV, Part. I).

Le phénomène des *seiches* du lac de Genève, c'est-à-dire des crues et des abaissemens subits que subissent les eaux de ce lac, est connu généralement et depuis long-temps, sans qu'on trouve cependant dans les ouvrages des auteurs qui en ont parlé, ni une explication satisfaisante de ces faits singuliers, ni même les résultats d'une étude un peu approfondie des circonstances du phénomène. Les physiciens avaient donc lieu de regretter que le travail de M. Vaucher, connu seulement par quelques mots insérés dans les journaux à l'époque de sa lecture, ne fût pas imprimé dans son entier; et nous sommes convaincus qu'ils accueilleront avec un vif interêt la publication complète de ce document. Nous allons en reproduire tout ce que comporte l'espace dont nous pouvons disposer, renvoyant au Mémoire même pour le détail de la plupart des observations.

« Les eaux du lac de Genève, ainsi que celles de tous les lacs formés par des rivières qui prennent leur source dans les Hautes-Alpes, sont sujettes à des crues, dont les

termes extrêmes correspondent d'ordinaire au mois d'août et à celui de février, époque de la plus grande chaleur et du plus grand froid dans notre climat.»

« Mais indépendamment de cette crue annuelle et régulière, les eaux de notre lac sont encore exposées à des accroissemens et des décroissemens subits, auxquels on a donné le nom de *Seiches*. »

« Ce phénomène, qui est bien connu de tous les riverains de l'extrémité occidentale où il s'observe principalement, a excité de bonne heure l'attention des physiciens genevois. Dès le commencement du siècle dernier, Fatio de Duilliers, mathématicien et bon observateur, le décrit avec assez d'exactitude dans un Mémoire inséré au second volume de l'Histoire de Genève de Spon, et intitulé : *Remarques sur l'histoire naturelle des environs du lac*. Bientôt après, le professeur Jallabert le mentionna dans les Mémoires de l'Académie des Sciences. Enfin M. Serre dans le *Journal des Savans*, le professeur Bertrand, dans une dissertation académique qui n'a pas été imprimée, Hor.-Bén. De Saussure dans le premier volume de ses *Voyages aux Alpes*, ont successivement décrit ce singulier phénomène. »

« Trois de ces observateurs ont tenté d'en donner une explication. Le premier est Fatio de Duilliers, qui suppose des coups de vent du sud, refoulant les eaux du lac près de Genève, y altérant ainsi plus ou moins leur niveau, qu'elles ne reprennent que lentement, et après plusieurs oscillations. Jallabert ayant remarqué que la supposition de Fatio ne pouvait expliquer les seiches qui arrivent en temps calme, attribue ce phénomène aux

crues subites de l'Arve, retardant le cours du Rhône, et relevant par conséquent les eaux du lac. Le professeur Bertrand, après avoir réfuté ces deux hypothèses, en a donné une troisième, dans laquelle il prétend que les seiches sont occasionnées par des nuées électriques, qui, attirant les eaux du lac, produisent des oscillations dont l'effet est d'autant plus sensible que les bords du lac sont plus resserrés.»

«La variété de ces explications, qui n'étaient pas appuyées sur des observations suivies, avait piqué ma curiosité. A la vérité, je pensais moins à découvrir la cause du phénomène qu'à apprécier les diverses solutions qui en avaient été données; mais il me semblait qu'il y avait quelque honte pour notre ville, et en particulier pour notre *Société de Physique et d'Histoire Naturelle*, qu'un phénomène aussi singulier se passât pour ainsi dire chaque jour sous ses yeux, sans qu'on tentât d'en assigner enfin la vraie cause, et quelquefois je regrettais que M. De Saussure, à qui cette explication appartenait, n'eût jamais songé à l'entreprendre.»

«Il y a en général dans la recherche des causes un attrait invincible, qui nous y porte malgré nous-mêmes; il y avait dans ce singulier phénomène un attrait plus vif que dans les autres. Il pouvait tenir à quelque loi encore obscure de la physique ou de l'électricité atmosphérique, et la découverte de la cause à laquelle il devait être attribué, ne pouvait manquer d'exciter l'intérêt.»

«Je me préparai donc sérieusement à ce travail; j'étais alors dans cette disposition que recommandent les philosophes pour la recherche de la vérité. Je n'avais en-

core formé aucune supposition sur la cause des seiches, que je ne connaissais que par la description des observateurs, et par ce que je me rappelais avoir vu dans ma jeunesse. »

« Mes premières observations datent du commencement de novembre 1802. Prévenu de l'idée que les seiches n'avaient lieu que dans quelques momens de l'année, et surtout à l'époque des grandes eaux, j'allai plusieurs fois sur les bords du lac, moins dans le dessein d'observer le phénomène, que d'en constater l'absence en cette saison. Mais comme toutes les fois que j'observais, les eaux, au lieu d'être stationnaires, avaient un mouvement de hausse et de baisse assez marqué, je songeai à donner à mes observations l'exactitude que je crus nécessaire. Je remarquerai d'abord, avant d'aller plus loin, que le mouvement d'élévation et d'abaissement dont il est ici question, ne peut nullement être confondu avec celui des vagues. Il ne se manifeste point par une agitation de la surface de l'eau; c'est au contraire un mouvement calme et simultané de la masse entière du liquide. Il a également lieu lorsque l'eau est agitée et lorsqu'elle est calme; mais pour l'observer dans le premier cas, sans craindre de le confondre avec le mouvement des vagues, il faut dériver l'eau dans quelque bassin où sa tranquillité ne puisse pas être troublée. »

« Je ne me contentai pas d'observer en général le mouvement des eaux, soit en hausse, soit en baisse, je voulus noter également la durée de ce mouvement et les lois qu'il suivait. Je me pourvus donc d'un pied de France que j'enfonçai perpendiculairement dans l'eau, de ma-

nière qu'il s'élevât à quelques pouces au-dessus de la surface, et que je pusse voir à chaque minute les changemens de niveau. Je crus également nécessaire de noter, au commencement de chaque observation, l'état et les circonstances météorologiques de l'atmosphère ; par rapport à la hauteur du baromètre, je m'en rapportai aux tables de la *Bibliothèque Britannique*, qui donnent deux observations diurnes. Enfin je notai également les degrés du thermomètre et ceux de l'hygromètre. »

Suit le détail de dix observations faites par M. Vaucher de la manière qui vient d'être indiquée. La première faite en une seule station, aux Eaux-Vives, sur la rive gauche du lac, tout auprès de la ville, eut pour résultat de constater la presque continuité du mouvement oscillatoire des eaux du lac, qui ne cessent de monter ou descendre. Dans la seconde observation, M. V. établit une seconde station aux Pâquis sur la rive droite du lac, vis-à-vis de la première ; nous en donnerons le détail, pour faire connaître, par un exemple frappant, la marche du phénomène.

(30 décembre, à 1 heure 10 minutes) (1).

Baromètre 26. 10. 8. Thermomètre + 3. Hygromètre 82.
Ciel pur et sans nuages.

Les deux montres étaient correspondantes.

	Paquis.	Eaux-Vives.		Paquis.	Eaux-Vives.
Min.	11 m. 1 lig..	Point d'observat. jusqu'à la 22e min.	Min.	41 m. 2	st. o
	12 m. 1			42 m. ½	m. 1
	13 m. 2			43 m. ½	m. 3
	14 st. o			44 m. 4	m. 2
	15 d. 3			45 m. 4	m. 4
	16 d. 4			46 m. 1	m. 5
	17 d. 2			47 st. o	d. 1
	18 d. 3½			48 d. ½	st. o
	19 d. 3½			49 d. 4½	m. 2
	20 d. 2			50 d. 3	d. 3
	21 d. 2			51 d. 3	d. 3
	22 d. 2½	d. 3		52 d. 5	d. 2
	23 d. 1½	d. 2½		53 d. 7	d. 4
	24 d. 1	d. 1½		54 d. 3	d. 3
	25 st. o	st. o		55 d. 3	d. 4
	26 d. 1	d. 1		56 d. 2	d. 4
	27 d. 1	d. 1		57 d. 2	d. 3
	28 d. 1	d. 1½		58 d. 2	d. 3
	29 d. 3	d. 1½		59 d. 1	d. 4
	30 d. 2	d. 2½		60 m.	d. 7
	31 d. 1	st. o	Hre 2,	m. 1	d. 3
	32 m. 2	m. 4		2	st. o
	33 m. 5	m. 4		3	m. 1
	34 m. 7	m. 7		4	st. o
	35 m. 8	m. 6		5	m. 2
	36 m. 12	m. 7		6	m. 2
	37 m. 10	m. 6		7	st. o
	38 m. 5	m. 8		8	m. 2
	39 m. 3	m. 4		9	m. 1
	40 m. 2	m. 5		10	m. 2

(1) *m* signifie *monte*, *d*, *descend* et *st. stationnaire.*

« La correspondance, » ajoute M. V., « qu'il y avait entre ces deux observations me frappa beaucoup ; car, si l'on en excepte un seul cas, celui de la 49e minute, où l'eau baisse dans une station, tandis qu'elle hausse dans l'autre, elle monte et descend dans le même instant sur les deux rives. La quantité dont elle monte à chaque minute est généralement la même, à quelques exceptions près, dont plusieurs peuvent dépendre de l'observateur ; d'autant plus que la somme totale des ascensions et des descentes, à une ou deux lignes près, est exactement la même. »

« Il importe de remarquer que la marche du mouvement peut même occasioner quelques anomalies ; car il ne se fait point, comme on l'a vu, d'une manière régulière et continue, mais au contraire il s'opère brusquement et comme par secousses. Au milieu d'une hausse rapide, il y a tout-à-coup un repos ou un ralentissement, et puis une nouvelle hausse. Il y a plus, on voit fréquemment une baisse au milieu d'une hausse, ou une hausse au milieu d'une baisse, et dans la même minute l'eau peut monter ou descendre d'une ou plusieurs lignes, de manière que dans ces cas, je ne puis tenir compte que de la différence ; mais j'avertis de cette circonstance, en mettant les deux lettres *m* et *d* ou *d* et *m*, d'après celle des deux quantités qui a été la plus forte. »

Dans les 3e, 4e, 6e, 7e et 8e observations l'auteur conservant toujours la station des Eaux-Vives, place la seconde en des points de plus en plus éloignés de la ville, soit sur la rive gauche, soit sur la rive droite, jusqu'à Genthod à la distance d'environ 1 ½ lieue. Il reconnaît

que l'étendue des seiches va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité occidentale du lac : des observations faites postérieurement, à Céligny, à trois lieues de la ville confirment ce résultat.

Dans la 5e il compare à la station des Eaux-Vives une station choisie sur le Rhône au-dessous de la ville, à environ 800 toises des Eaux-Vives, en suivant le courant : il trouve les mouvemens oscillatoires beaucoup moindres ; ils sont insensibles au confluent de l'Arve et du Rhône, 200 toises plus bas.

Les 9e et 10e observations étaient plus particulièrement destinées à étudier l'influence de l'état de l'atmosphère sur le phénomène. Malheureusement pendant l'année où se firent les observations de M. V., le temps fut généralement sec et exempt d'orages ; or comme il est reconnu que cet état de l'atmosphère n'est pas celui sous lequel les seiches prennent le plus d'étendue, l'auteur n'eut pas l'occasion d'en observer dont l'oscillation dépassât l'étendue d'un pied.

« La manière dont s'opère cette hausse et cette baisse, » ajoute-t-il, « mérite d'être remarquée. C'est une espèce de gonflement ou de soulèvement, sans agitation ni tempête ; mais l'eau du lac qui communique à quelque bassin, par exemple à celui qu'on appelle le *Fossé vert*, et à tous ceux qui forment nos fortifications, ne se soulève ni ne s'abaisse ; mais elle se verse sans cesse du lac aux bassins, ou des bassins au lac, selon les circonstances de hausse ou de baisse. »

« Ce serait donc, pour le dire en passant, se faire une fausse idée du phénomène, que de s'imaginer qu'il

consiste dans un transport qui vient du grand lac dans le petit ; car indépendamment de ce que l'eau, comme je l'ai déja dit, est souvent dans un parfait repos au moment de la plus forte seiche, il serait impossible dans cette explication de rendre compte des variations momentanées, et surtout de concevoir comment les seiches n'auraient pas des correspondances marquées, et ne s'opéreraient pas toujours dans le même temps sur les deux rives opposées, et enfin comment un transport d'eau aussi considérable s'effectuerait sans se manifester par quelque courant rapide qui se dirigerait du grand lac vers le petit, et l'inverse. »

« Il ne suffisait pas au but que je m'étais proposé, » continue M. V., « de connaître les principales circonstances des seiches à l'extrémité occidentale du lac ; il importait encore de s'assurer de ce qui se passait à l'autre extrémité, pour réfuter ou confirmer les diverses explications qui avaient été données du phénomène, et arriver enfin à la découverte de sa cause. »

« Je me suis donc adressé à un habitant de Vevey, qui a eu la bonté de faire, toutes les fois que le temps le permettait, les observations que je lui avais demandées ; mais il n'a jamais pu apercevoir dans les eaux du lac une variation momentanée du niveau, qui s'étendît au-delà de quelques lignes. Surpris de ce résultat opposé à l'opinion de De Saussure, qui assure que l'on remarque des seiches aux deux extrémités de notre bassin, j'ai été à deux reprises à l'extrémité orientale du lac, pour m'assurer de la vérité par mes propres yeux ; mais je n'ai jamais pu apercevoir des variations qui s'étendis-

sent au-delà d'une ou de deux lignes, dans le même moment où les observations correspondantes aux environs de Genève donnaient jusqu'à deux pouces. Les bateliers et les riverains que je questionnai ensuite et qui connaissaient très-bien le phénomène, tel qu'on l'observe chez nous, m'ont affirmé unanimément qu'on n'observait rien de semblable ni à Evian, ni à Villeneuve, ni à Vevey. »

« Il paraît donc certain que les seiches sont à leur maximum dans la partie la plus resserrée de notre lac; qu'elles vont en décroissant jusqu'à la distance d'une ou de deux lieues; que de là jusqu'à l'extrémité orientale, elles ne sont plus que de quelques lignes; que leur apparition, qui peut avoir lieu dans toutes les saisons, n'est jamais plus marquée que dans les grandes variations de l'atmosphère; qu'elles disparaissent presque entièrement lorsque le baromètre est élevé, que le vent du nord-est souffle, ou que les nuages sont uniformément répandus dans le ciel. »

« Lorsque je crus avoir complété ce qui regardait le lac de Genève, je songeai à examiner sous le même point de vue les autres lacs de la Suisse. Le lac de Zurich fut celui par lequel je commençai. Il était assez grand, de plus, resserré à son extrémité comme le nôtre, et j'avais dans le canton un ami aussi instruit qu'obligeant; mais ce ne fut que par complaisance qu'il se prêta à mes désirs; il avait déjà interrogé sur ce sujet les personnes éclairées de son pays, et leurs réponses unanimes l'avaient persuadé que ce phénomène était étranger au lac de Zurich. »

« Cependant, comme il observait au commencement de janvier, époque où les bords de ce lac étaient gelés,

il fut fort étonné d'apercevoir l'eau qui s'élevait et s'abaissait alternativement; ce qu'il connaissait aux bulles d'air qui s'engageaient et se dégageaient sous la glace. Convaincu alors de l'existence du phénomène, il commença à l'observer avec beaucoup de soin et d'intérêt, et voici à peu près le résultat de ses recherches.»

« Le mouvement des eaux qu'on appelle seiche, est beaucoup moins considérable au lac de Zurich qu'à celui de Genève. Il arrive souvent qu'on ne l'aperçoit point; mais dans les mois de février et de mars 1803, il a été souvent sensible, quoique son maximum n'ait guère été que de demi-pouce; il était plus considérable près de la ville qu'ailleurs, cependant il s'apercevait encore à une grande distance. Il était toujours plus étendu en été aux approches d'un orage que dans les temps calmes et sereins; dans ce premier cas le mouvement est allé jusqu'à 18 lignes, et les hausses et les baisses se sont succédées rapidement et d'une manière irrégulière.»

« Comme le lac d'Annecy est le plus rapproché de tous ceux qui nous avoisinent, je voulus aussi l'observer, et je passai sur ses bords la matinée du dimanche 8 mai 1804. Le temps, qui avait été variable et pluvieux la veille, était devenu beau et fort doux; le baromètre se soutenait à 26. 10. 8; le thermomètre était à l'ombre à + 12; le vent soufflait sud-ouest, le soleil brillait par intervalles, et le calme était parfait. Ce joli lac, d'environ trois lieues sur une, est enceint de montagnes élevées, mais non recouvertes de neiges éternelles; il s'alimente des eaux d'une foule de petits torrens qui descendent des hauteurs voisines; par conséquent il n'a pas une période annuelle d'ac-

croissement et de décroissement comme la plupart des lacs de la Suisse; mais il s'abaisse et s'élève irrégulièrement plusieurs fois dans l'année, selon que la saison est sèche ou pluvieuse. La rivière qui en sort est petite et n'a presque point de courant à son origine. Elle porte le nom de Fiers, et se jette dans le Rhône un peu au-dessus de Seissel. »

« Au moment de mon arrivée, à 7½ heures du matin, je n'aperçus aucune trace de seiche sur ses bords; je m'éloignai ensuite d'une demi-lieue de la ville, j'observai encore inutilement pendant une heure entière. A une distance plus rapprochée, c'est-à-dire, à peu près à un quart de lieue, je vis enfin l'eau descendre de 2 lignes en moins de 5 minutes. Demi-heure après, à l'entrée du lac, elle descendit de 3 lignes, puis elle remonta de 4½ lignes au moment où j'achevais mes observations. Il était alors 2 heures; le soleil était très-chaud, et deux heures après la pluie commença et m'accompagna jusqu'à Genève. »

« Je m'étais auparavant exactement informé des habitans s'ils connaissaient le phénomène des seiches, et j'avais pris soin de le leur décrire. Ils m'avaient tous unanimément répondu que le niveau du lac ne variait jamais momentanément, mais que les eaux s'élevaient ou s'abaissaient en raison de la pluie ou de la sécheresse. Cependant il est sûr, d'après les observations dont je viens de rendre compte, que ce lac a des sèches, ainsi que les autres dont j'ai parlé. Elles sont à la vérité moindres que celles du lac de Genève, mais elles lui ressemblent en ce qu'elles s'opèrent à peu près dans les mêmes intervalles, et qu'elles paraissent plus considérables à la sortie

de la rivière qu'au-dessus. J'avais chargé une personne d'Annecy, à laquelle j'avais expliqué le but de mon voyage, de vouloir bien continuer ces observations; elle me l'avait promis; mais apparemment qu'elle en a été empêchée par diverses circonstances, car je n'en ai jamais reçu aucune nouvelle. »

« Le dernier lac que j'ai fait observer dans l'année 1803, est celui de Constance. Il était très-important dans cette question, soit à cause de sa grandeur, soit à cause de son rétrécissement, qui lui donne une plus grande ressemblance avec le nôtre, et je savais déjà indirectement qu'on y avait observé des seiches. Je priai donc M. Roux-Bordier, amateur distingué d'histoire naturelle et de physique, qui dans ce moment faisait un voyage dans la Suisse orientale, de vouloir bien donner quelque attention à ce phénomène. Il me le promit, et à son retour il m'apprit qu'effectivement il y avait des seiches dans le lac de Constance, et que MM. Macaire, négocians établis dans la ville de Constance et sur les bords du lac, me donneraient à cet égard les renseignemens que je pourrais désirer. J'ai donc écrit à ces messieurs, et j'ai reçu de leur complaisance une réponse fort détaillée et fort précise. »

« Ils m'apprennent qu'il y a des seiches dans le lac de Constance, mais qu'elles sont moins sensibles et moins fréquentes que celles du lac de Genève. Ils croient qu'elles ne peuvent s'observer que près de la ville et à une petite distance, et qu'elles ne s'étendent guère au-delà de 4 à 8 pouces. Ils pensent encore que leur durée est plus grande qu'à Genève, mais ils avouent qu'ils n'ont fait à cet égard aucune observation suivie, et qu'ils savent seulement qu'il

y a dans le lac de Constance un courant qui se fait déjà apercevoir à cinq ou six cents toises de la ville. J'ai consulté d'autres personnes qui toutes avaient vécu à Constance, et qui se sont rappelées y avoir bien vu le phénomène des seiches. Elles ne pouvaient pas assigner leur maximum, mais il fallait qu'il fût au moins de quelques pouces pour avoir été remarqué. Elles disent également que le lac de Constance a une pente assez sensible près de la ville du même nom, mais que cette pente n'a pas été mesurée. M. Escher, le même ami qui a bien voulu se charger des observations sur le lac de Zurich, a eu la bonté de faire un voyage à Stein, où le Rhin, après s'être élargi considérablement, commence à se resserrer et à former véritablement une rivière; mais il n'a vu aucune seiche, et n'a pas non plus appris qu'on en eût jamais observé. Il a seulement remarqué que le courant était assez fort près de cette ville pour qu'il fût difficile à un baigneur de pouvoir se tenir debout sans être entraîné.»

« J'ai encore fait observer dans l'année 1803 le lac de Neuchâtel; les personnes auxquelles je me suis adressé avaient les mêmes préjugés que celles dont j'ai déjà parlé: elles croyaient que les seiches étaient propres à notre lac; mais après avoir observé attentivement et dans les circonstances que j'ai indiquées, elles ont également trouvé des variations de quelques lignes dans le milieu du bassin, mais plus considérables, à mesure qu'on se rapprochait du lieu où les eaux se déchargent par la Thielle dans le lac de Bienne.»

«Enfin j'ai fait dans ce but, en juillet 1804, un voyage dans la Suisse italienne. J'espérais en particulier que le

lac d'où sort le Tessin, et qui est constitué à peu près comme le nôtre, me présenterait les mêmes phénomènes, c'est-à-dire, des seiches d'autant plus considérables que je m'approcherais davantage de son extrémité méridionale. En effet, j'ai bien reconnu à Baveno, près des îles Borromée, une variation de deux ou trois lignes; mais le lac était si fort agité lorsque je suis descendu de là jusqu'à Sesto, que je n'ai pu faire aucune observation, et les personnes que j'ai consultées, soit que le phénomène n'existât pas dans ce lac, soit que plutôt elles ne comprissent pas ce que je disais, parce qu'en effet elles n'entendaient guère mieux le français que moi l'italien, n'ont pas paru avoir connaissance du phénomène; mais j'ai écrit sur les lieux, afin d'avoir des informations plus exactes, et je ne tarderai pas à en rendre compte (1). »

« Je n'ai pas été plus heureux à Côme, où le lac était agité, et où par conséquent je n'ai pu faire aucune observation; mais à *Lugano*, où j'ai observé en août 1804, par un temps chaud et qui menaçait d'un orage, j'ai vu quatre ou cinq fois, dans l'intervalle de deux heures, les eaux monter de quelques lignes, et une fois en particulier de cinq lignes au moins : d'où je suis fondé à conclure que le phénomène des seiches s'observe sur tous les lacs quelconques, et que, s'il est plus remarquable sur le lac de Genève qu'ailleurs, c'est que la cause qui le produit et qui existe partout, n'exerce toute son influence que sur la surface de notre lac.

(1) Plus tard j'ai observé à Sesto, à la sortie du Tessin, et j'ai vu des mouvemens de baisse très-marqués. J'en dis également du lac de Lucerne, près de la ville, sur les rapports de plusieurs voyageurs très-instruits.



Ici se termine le récit des principales observations faites par M. V., pendant l'intervalle de deux ans, sur les seiches du lac de Genève, principalement à son extrémité occidentale, sur celles des lacs de Zurich, Annecy et Constance. L'auteur, dans une seconde partie, résume les conclusions à déduire de ses observations, et procède à la recherche de la cause du phénomène.

« De tous les faits que j'ai présentés, et de ceux que j'ai passés sous silence, je crois être en état de conclure d'une manière générale. »

« 1° Qu'il y a des seiches plus ou moins considérables dans tous les lacs, et que ceux dans lesquels on n'en a point encore aperçu, n'ont pas été suffisamment examinés. »

« 2° Que ces seiches peuvent avoir lieu dans toutes les saisons de l'année, et indifféremment à toutes les heures du jour, mais qu'elles sont en général plus fréquentes au printems et en automne. »

« 3° Que rien ne paraît influer davantage sur ce phénomène que l'état de l'atmosphère; en sorte que plus cet état est constant, moins il y a de seiches, et plus il est variable, plus il y en a. C'est ce que prouvent toutes mes observations, qui n'ont donné qu'un faible mouvement ou un mouvement nul, toutes les fois que le vent du nord soufflait, que le temps était beau, qu'il régnait des brouillards étendus, et que la pluie ou la neige était générale; tandis que la seiche a toujours été considérable, quand l'atmosphère était remplie de nuages pluvieux, ou que le temps, d'ailleurs assez serein, se préparait à l'orage, et que le baromètre baissait. »

« 4° Que, toutes choses d'ailleurs égales, les seiches

sont d'autant plus considérables sur le lac de Genève, que l'on s'approche de la sortie du Rhône; que leur maximum a lieu à cette même sortie, et qu'elles diminuent depuis ce point jusqu'au confluent du Rhône avec l'Arve, où elles sont à peu près nulles. Qu'il en est de même en avançant de l'autre côté du lac jusqu'à Coppet, où elles ne sont plus que d'un ou deux pouces; et à Rolle, où elles sont encore moindres, sans cependant devenir jamais nulles. »

« 5° Que l'extrémité orientale du lac de Genève n'a pas des seiches plus sensibles que celles des autres lacs, quoique l'opinion contraire semble établie dans les ouvrages de De Saussure. »

« 6° Que quoique les seiches soient plus fréquentes au printems et en automne que dans les autres saisons, cependant elles sont plus considérables en été et surtout à la fin de cette saison. Les plus grandes qui aient été observées ont toujours eu lieu dans les mois de juillet et d'août, ou au commencement de septembre. »

« 7° Que le minimum des seiches n'a point de terme, mais que leur maximum ne va pas au-delà de cinq pieds. Au nombre des plus considérables sont les quatre citées par Fatio de Duilliers, dans son *Mémoire sur l'histoire naturelle de Genève*, inséré à la suite de l'*Histoire de Spon*, et celles qu'observèrent conjointement MM. Serre et De Saussure, le 3 août 1763. »

« 8° Enfin que, quoique la durée de la seiche soit très-variable, ses limites en plus ne vont guère au-delà de 20 à 25 minutes, et restent fort souvent en-deçà, tandis que ses limites en moins sont 0. »

« Pour expliquer ces diverses circonstances du phénomène ; »

« 1° Il faut une cause capable de troubler le niveau de la surface des lacs, qui puisse agir dans tous les instans, à différens degrés d'intensité, dont l'action augmente avec les variations de l'atmosphère, et qui s'exerce surtout dans les températures variables, et à l'approche des orages.

« 2° Il faut que cette cause, sans cesse agissante, soit rendue plus efficace par les circonstances locales où se trouve particulièrement notre lac, de manière qu'elle produise son maximum d'effet à l'entrée de la ville ou à la sortie du Rhône, et que de là elle aille en diminuant d'un côté jusqu'au confluent de l'Arve et du Rhône, et de l'autre jusqu'au plein lac, où elle ne s'étend qu'à quelques lignes. »

« Or c'est sur la nature de cette cause que se sont, je crois, trompés les physiciens qui ont tenté d'expliquer le phénomène, et qui, faute d'observations suffisantes, ou pour parler plus exactement, faute d'observations, ont assigné aux seiches des causes qui ne peuvent pas les produire. Je ne parle ici, ni de l'hypothèse de Jallabert qui les attribuait à la fonte des neiges, ni de celle de Fatio qui supposait un vent oblique ou vertical, soufflant sur les eaux à quelque distance du lac de Genève, et retardant ainsi leur écoulement ; mais j'ai en vue l'opinion de M. Bertrand qui croit que les seiches sont produites par des nuées électriques, attirant et refoulant les eaux, et produisant successivement les hausses et les baisses qui constituent le phénomène. Or, indépendamment de ce qu'il est difficile d'assigner la puissance d'une nuée électrique pour

attirer à elle une masse d'eau ou pour la refouler, on comprend aisément que, si cette explication était la vraie, il n'y aurait jamais de seiches lorsque le ciel n'est pas chargé de nuages; il n'y en aurait pas surtout en hiver et en automne, et elles ne seraient pas particulières au lac de Genève; de plus, les eaux attirées et repoussées par les nuages, au lieu de rester, comme elles le font, tranquilles à la surface du lac, seraient au contraire agitées et refoulées avec violence : suppositions qui sont toutes absolument contraires aux observations que nous avons rapportées. Je ne nie pas que, dans de certaines circonstances, l'électricité ne puisse jouer quelque rôle de ce genre, que, par exemple, les trombes électriques qu'on aperçoit sur la mer et quelquefois aussi sur le lac de Genève, n'agitent sa surface, n'élèvent et n'abaissent ses eaux; mais la manière d'agir de ces trombes, autant du moins que nous pouvons la connaître, n'a aucun rapport avec le mouvement lent et périodique des seiches, et il ne serait pas d'une bonne logique de nier l'action de l'électricité pour expliquer les seiches qui ont lieu dans les temps sereins, et d'admettre ensuite cette même cause pour expliquer celles qui s'observent lorsque les nuages sont répandus dans l'atmosphère. »

« En réfléchissant sur les divers agens qui pouvaient produire les seiches, telles que nous les avons décrites, je n'en ai trouvé qu'un seul qui expliquât d'une manière satisfaisante leurs diverses apparences, et cet agent c'est l'atmosphère. La théorie et l'observation concourent à nous apprendre que plusieurs causes que nous connaissons, et d'autres que nous ne connaissons pas,

contribuent à changer presque continuellement le poids des diverses colonnes qui la composent. Supposez seulement des nuages répandus inégalement dans l'air, et dont quelques-uns interceptent au lac les rayons solaires; il résultera de cette simple supposition des refroidissemens irréguliers dans ces colonnes, et par conséquent des densités inégales; elles pèseront donc inégalement sur la surface du lac; le liquide inégalement pressé et forcé de se mettre en équilibre s'abaissera d'un côté et s'élèvera de l'autre; on aura donc des alternatives de hausse et de baisse, qui feront qu'à proprement parler, les eaux du lac, indépendamment de toute agitation de l'air, ne seront jamais absolument de niveau. Et si, au lieu de supposer un simple refroidissement occasionné par l'interception des rayons solaires, on suppose un état de l'atmosphère tel qu'il pleuve dans un lieu, tandis que le ciel soit serein dans un autre; si l'on se représente surtout les variations subites et locales qui ont si souvent lieu dans la température à l'approche des orages, et qui sont telles qu'elles peuvent produire la grêle dans les régions supérieures, on concevra aisément comment les eaux du lac, inégalement pressées, s'élèvent et s'abaissent. »

« Ces suppositions sont loin d'être gratuites. M. De Saussure, dans son *Hygrométrie*, principalement dans le chapitre intitulé *Des variations du baromètre*, après avoir discuté les causes des variations générales, passe ensuite aux causes plus particulières; et il rapporte que, toutes les fois qu'une pluie locale rafraîchit l'air de plusieurs degrés, on voit dans le lieu où elle est tombée, le baromètre monter sur le champ d'une demi-ligne,

ou même d'une ligne, sans que ce mouvement tienne à une cause générale; et par son calcul (Essai IVe, ch. III, p. 476), il trouve que le seul refroidissement de trois degrés, dans la totalité d'une colonne, suffit pour expliquer une variation de 0,85 de ligne dans le baromètre.»

«Mais indépendamment de ces grandes variations locales, qui ne se rencontrent que rarement, il en doit exister de plus petites qui ont lieu, pour ainsi dire à chaque instant dans les diverses plages de l'atmosphère. Et en effet il est rare que l'on puisse supposer les diverses colonnes dont elle est composée, comme ayant exactement la même température, et toutes les fois qu'elles ne l'ont pas, on ne peut pas non plus supposer que le liquide qu'elles pressent soit rigoureusement de niveau.»

«L'observation vient ici à l'appui du raisonnement: M. Senebier, à qui nous devons un si grand nombre de travaux, et qui a donné beaucoup d'attention à tout ce qui concerne les variations du baromètre, m'a souvent assuré que, lorsqu'il observait cet instrument de dix en dix minutes, rarement il lui arrivait de trouver le mercure exactement à la même hauteur, et qu'il variait presque continuellement de $\frac{1}{16}$ de ligne et davantage. Il a eu de plus la complaisance d'observer cet instrument dans le moment même où j'observais les variations du lac. Et toutes les fois que, dans une atmosphère un peu variable, j'ai voulu suivre attentivement un excellent baromètre que M. Jurine avait eu la bonté de me confier, je n'ai pas manqué de trouver des variations assez considérables dans les hauteurs.»

«Dans le but de pousser plus loin la conviction à

cet égard, j'ai transporté plusieurs fois ce baromètre sur les bords du lac, pour m'assurer si ses variations correspondaient à celles des eaux; mais en réfléchissant davantage sur cette expérience, j'ai bientôt vu qu'elle était peu propre à me donner ce que j'en voulais obtenir. En effet, lorsque l'eau monte et baisse dans un lieu donné, je ne suis point assuré si ce changement a lieu en vertu de la variation de la colonne supérieure ou des colonnes voisines. Il y a plus, rien n'empêcherait que la colonne que supporte le baromètre éprouvât quelque changement, sans que ce changement se fît apercevoir sur la surface de l'eau qui en est chargée; le changement peut même, dans certains cas, être contraire à ce qu'exigeait la variation du mercure dans le même lieu et dans le même instant. En effet, on ne peut rien prononcer sur les mouvemens possibles de l'eau dans le lieu où l'on se trouve, sans avoir la connaissance de l'état des colonnes voisines, et lors même qu'on supposerait plusieurs personnes observant au même instant dans différens lieux, leur nombre ne serait jamais assez multiplié pour obtenir à cet égard des connaissances précises. Il doit donc nous suffire de savoir que le poids des colonnes peut varier et varie en effet fréquemment, et qu'il ne saurait varier sans que le niveau de l'eau en soit troublé; en sorte que, lors même qu'on voudrait assigner au phénomène des seiches une autre cause que celle des variations de l'atmosphère, il resterait encore à expliquer comment les colonnes d'air pourraient varier inégalement en pesanteur, sans que l'eau qu'elles pressent variât elle-même en hauteur. »

« Cependant le hasard m'a servi ici plus heureusement

que je n'aurais osé l'espérer : dans les ont terminé le mois de novembre 180 quels le baromètre et la température rié, le dimanche 13 a été surtout remar après midi il y eut une éclaircie à laqu heure après, une pluie accompagnée d tais alors aux Eaux-Vives, où j'obser belles seiches que j'aie vues; l'eau s ment d'environ un pied, et elle n'ava cendre lorsque je me retirai. Dans le m ques personnes qui observaient le barc vaient déjà vu varier considérablemen le virent descendre presque tout-à-coı continuer ses variations pendant un valle de temps. »

« Les variations locales et instantan étant, dans les cas ordinaires, d'envir allant jusqu'à une ligne et au-delà, aux ges, pour expliquer par ce moyen l seiches, il faut considérer les eaux de mant un syphon à une infinité de br quelconque communique à toutes les branche centrale communiquant à tou pour le moment chargée de la colonne doit varier, si cette colonne admet un poids ou de tension, qui corresponde à cure et par conséquent à 14 lignes d'eau tendra à baisser de 14 lignes; et ce elle s'abaissera dans la branche corr phon, sera la même dont elle s'élèv

branches qui n'auront pas changé de poids, puisqu'il faut que l'équilibre subsiste. »

« Si, au moment où il y a une variation en plus dans une colonne, il y avait une variation en moins dans les colonnes correspondantes, en sorte que le mercure baissât dans un lieu tandis qu'il s'élèverait dans un autre, il est clair que dans tous ces cas et dans d'autres du même genre que l'on peut supposer, les effets seraient composés et augmentés, tandis qu'ils seraient affaiblis ou même détruits quand les colonnes voisines viendraient à augmenter de poids, comme cela a lieu, par exemple, toutes les fois qu'au milieu d'une ascension régulière, l'eau devient stationnaire ou descendante. »

« Or ces variations barométriques suffisent pour rendre compte des différences qui s'observent dans le niveau de la plupart des lacs : on regarde en général ces lacs comme ne présentant point le phénomène des seiches, parce qu'il y est en réalité très-peu apparent. Ainsi l'on a cru long-temps que les lacs de Zurich, d'Annecy, de Neuchâtel, et plusieurs autres, n'éprouvaient jamais de baisse et de hausse momentanée; tandis que j'ai montré qu'en observant avec attention, on pouvait apercevoir sur tous ces lacs des différences de niveau qui vont à deux ou trois lignes dans les temps ordinaires, et qui aux approches des orages peuvent s'étendre au-delà d'un pouce. »

Il est difficile de se refuser à voir, comme M. V., dans les variations habituelles et continues de la pression atmosphérique, la cause des oscillations non moins continuelles qu'affectent à des degrés divers les eaux de plusieurs lacs de la Suisse et notamment de celui de Genève. Mais

il restait à expliquer pourquoi cette cause produisait, à l'extrémité occidentale de ce dernier lac, des effets si supérieurs en étendue à ceux qui s'observent ailleurs; c'est ce que M. Vaucher essaye de faire dans une dernière partie de son mémoire, qui nous paraît sujette à plus d'objections que le reste.

M. V. fait remarquer que, si l'on jette les yeux sur une carte de Suisse, on trouve qu'à l'exception du lac de Constance, le lac de Genève est celui dont le rétrécissement est le plus considérable à son extrémité; sa largeur à Thonon est à peu près huit fois aussi grande qu'aux Eaux-Vives, et il se resserre insensiblement de Nyon à Genève. Indépendamment de ce rétrécissement, il présente un phénomène, que l'auteur estime n'appartenir à aucun autre au moins dans le même degré; c'est que ses eaux, au lieu de commencer à acquérir du mouvement à leur sortie, ont déjà une pente sensible à la distance de plus d'une lieue. D'après des observations consignées dans le mémoire déjà cité de Fatio de Duilliers et d'après une mesure de nivellement exécutée par lui, M. V. conclut que la pente du lac, de Genthod à Genève (sur une lieue de distance), est dans les basses eaux d'environ un pied, qu'elle est plus que double au mois de juin, et qu'elle atteint au mois d'août son maximun, lequel ne doit pas s'éloigner de 4 pieds dans les crues ordinaires, ou du moins dans les plus fortes.

« Or cette pente si considérable, » dit M. V., « ne se trouve dans aucun autre lac que je connaisse : celui d'Annecy n'a encore aucun courant sensible lorsque la rivière en sort; celui de Zurich est dans le même cas; celui de

Genève, à son extrémité opposée, n'a à peu près aucune pente ; car le Rhône, qui y entre, ne fait pas descendre les bateaux à plus de trois cents pas du rivage. Le seul lac qui semble faire ici exception, est celui de Constance, dont M. Macaire m'écrit que la pente est sensible, et qu'elle commence à cinq ou six cents toises de la ville du même nom; mais cette pente qui n'a jamais, je crois, été mesurée, et que j'ai vue dans les grandes eaux, n'approche pas de celle de notre lac. Une autre circonstance qui est particulière à ce bassin, c'est qu'à droite et à gauche du courant qui en sort, il y a des étendues d'eau assez considérables, qui n'ont absolument aucun mouvement. Telle est du côté des Pâquis celle qui forme le Fossé-Vert, et celle qui s'étend dans les fortifications adjacentes; tel est en particulier du côté des Eaux-Vives, tout le bord du rivage à une assez grande distance de la ville ; tel est le port au bois, celui de la Fusterie ; tels sont les fossés qui vont des Boucheries jusqu'à la porte de Rive, et ceux plus étendus qui entourent notre ville de différens côtés. Je ne crois pas qu'aucun des lacs de la Suisse, de la haute et de la basse Italie, présente à la sortie de ses eaux aucune configuration semblable.»

«Et, pour en venir enfin à l'explication du phénomène, tel qu'il a lieu à l'entrée de notre lac, je suppose que dans l'une de ces circonstances atmosphériques que j'ai indiquées, où la pluie est imminente, et où des variations barométriques assez considérables se succèdent sans interruption, les eaux du lac, à quelque distance de la ville, soient pressées par une colonne atmosphérique

devenue plus pesante que celles qui l'avoisinent ; à l'instant cette pression relève le niveau des eaux voisines qu'elle peut faire monter jusqu'à deux pouces ; mais si ces eaux, au lieu d'être de niveau, sont au contraire celles qui forment la pente rapide de notre fleuve, elles seront soumises à deux forces, celle de la pente qui les entraîne, et celle de la colonne atmosphérique qui les rapproche de leur niveau ; elles suivront la diagonale entre ces deux forces, selon une direction qui n'est pas difficile à déterminer, et elles seront plus ou moins relevées dans une grande étendue du courant ; or elles ne peuvent pas être relevées sans que le courant soit diminué, et que les eaux soient retardées dans leur cours, et par conséquent accumulées. Et comme les eaux du courant sont en équilibre avec les eaux à peu près calmes qui les entourent, elles les gonfleront, non pas proprement en se déversant, mais en formant de divers côtés des courans intérieurs, tels que M. Jurine m'a dit autrefois les avoir observés au Fossé-Vert, et tels qu'on les voit toujours dans les mêmes circonstances. Ces affluens dureront tant que la pression subsistera dans toute sa force ; ils iront jusqu'à élever le niveau de ces eaux tranquilles à deux pieds et demi dans les circonstances les plus favorables ; ensuite, la pression diminuant plus ou moins vite, les affluens se dirigeant en sens contraire, il pourra enfin arriver que les eaux descendent autant qu'elles sont montées, si les colonnes atmosphériques diminuent en poids autant qu'elles avaient augmenté. »

« Cette explication rend compte de toutes les appa-

rences que présentent nos seiches; on y voit qu'elles sont à leur maximum à l'endroit où le courant est le plus fort, et trouve des bassins pour recevoir ses eaux; qu'elles diminuent d'intensité à mesure que la pente s'affaiblit, et qu'à Genthod, où la pente est à peu près nulle, la seiche est aussi à peu près insensible: on peut remarquer même que ceux de nos fossés qui sont alimentés par les eaux du Rhône, au-dessous des ponts, tels que ceux de la Porte Neuve, participent comme les autres au phénomène de la seiche.»

«On comprend également pourquoi les seiches sont beaucoup plus considérables dans notre lac que dans les autres qui n'offrent point la même configuration à leur extrémité inférieure, et pourquoi dans ces divers lacs elles sont d'autant plus marquées que les eaux sont plus courantes à leur sortie et qu'elles ont auprès d'elles un plus grand nombre de réservoirs destinés à recevoir leur trop-plein.»

« Lorsque les colonnes atmosphériques pèsent inégalement sur des rivières ou des eaux courantes d'une masse un peu considérable, elles ne produisent pas des seiches qui puissent au moins s'apercevoir; mais elles retardent ou accélèrent leur cours, selon que les eaux sont plus ou moins pressées, et elles produisent sans doute aussi ces remous ou ces courans en sens contraire, qui ne peuvent souvent, je crois, être expliqués par une autre cause. Et toutes les fois que l'eau d'un fleuve, sans aucune autre raison probable, est accélérée ou retardée, ou, ce qui est la même chose, élevée ou abaissée, on peut croire avec assez de certitude qu'elle est soumise aux pressions inégales des couches atmosphériques. »

« Je termine ici l'explication du singulier phénomène des seiches : des observations ultérieures détruiront, confirmeront, ou peut-être modifieront la cause que je viens de leur assigner; toutefois, plus j'y réfléchis et plus il me semble qu'il est difficile d'en trouver une autre qui satisfasse mieux aux diverses apparences qu'elles présentent; les seules observations que j'aurais voulu ajouter, auraient été celles des différens lacs de la haute Italie, de Lucerne et de Constance, qui méritent d'être examinés avec d'autant plus de soin, qu'ils ressemblent à celui de Genève. Je recommande aussi aux voyageurs qui seront placés dans des circonstances favorables, les lacs de la Suède, de la Sibérie, et surtout ceux dont la conformation approcherait plus ou moins du nôtre.»

Les raisonnemens de M. V. dans cette dernière partie de son mémoire, reposant essentiellement sur le degré de pente qu'affectent les eaux d'un lac dans la région voisine de son point d'écoulement, pourront être repris avec avantage, lorsque le concours ouvert par la Société Helvétique des Sciences Naturelles en 1832 (1), aura fait surgir quelques documens exacts relatifs à l'*histoire et à la statistique des eaux de la Suisse*. La lecture du programme détaillé du concours, que l'on trouvera à la fin de ce cahier, montrera que les travaux qu'il a pour but d'encourager, sont faits pour apporter beaucoup de lumières dans la discussion du phénomène remarquable des seiches des lacs de la Suisse.

(1) Voyez notre Cahier de Juillet 1832, p. 327 du T. L.



PHYSIQUE.

EXPÉRIENCES QUI CONFIRMENT LES NOUVELLES PROPRIÉTÉS DES ÉLECTROMOTEURS DE VOLTA, DÉCOUVERTES par l'Abbé S. DAL NEGRO, Prof. de Physique à Padoue. (*Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto :* mars et avril 1833).

PREMIÈRE PARTIE.

Dans un mémoire précédent (1) j'ai fait connaître les nouvelles propriétés découvertes par moi dans les électromoteurs élémentaires. Je me propose maintenant de publier les expériences que j'ai faites à ce sujet, afin de montrer clairement par quelle voie j'ai été amené à reconnaître ces propriétés importantes. J'ai déjà indiqué celles de ces expériences qui m'avaient fait voir que la lame de zinc la plus petite produit la plus grande force relative, ou l'effet le plus utile. Ce résultat remarquable m'a engagé à changer la forme des électromoteurs; j'ai eu soin de donner une idée succincte de cette nouvelle forme. Ces électromoteurs sont construits de manière à donner les actions simultanées des diverses petites lames qui cons-

(1) V. *Bibl. Univ.* T. précédent, p. 319.

tituent le métal électro-positif. On obtient ainsi un effet beaucoup plus considérable que celui que l'on obtiendrait d'une seule lame de zinc, ayant une surface égale à la somme des surfaces des petites lames dont nous venons de parler.

J'étais satisfait d'avoir trouvé le moyen d'augmenter les effets des électromoteurs, en employant la même quantité de zinc; mais j'étais continuellement tourmenté du désir de connaître pourquoi la plus petite lame de zinc devait donner le plus grand effet relatif. En vue donc de découvrir la cause d'un résultat aussi curieux et aussi intéressant, j'ai fait un grand nombre d'expériences avec des lames de surfaces diverses, et qui étaient entr'elles comme les nombres 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, que j'ai choisis pour avoir, avec le moindre nombre possible de lames, un nombre plus grand de rapports égaux entre des lames de diverses surfaces.

Je commençai donc à aimanter un aimant pareil à ceux que j'avais employés (1), avec ces diverses lames, de la manière connue communément; et en tenant compte des forces moyennes produites par elles, j'observai, à ma très-grande surprise, que dans cinq cas différens les effets produits par des lames qui étaient entr'elles dans le rapport de 3 à 4 étaient égaux. Quelle pouvait en être la raison? Je désespérais de la découvrir, lorsqu'ayant eu l'idée de tracer sur le papier les diverses figures des lames que j'avais employées, je m'arrêtai à considérer celles qui étaient entr'elles comme les nombres 3 et 4. Heureusement je

(1) Un cylindre de fer recourbé et enveloppé d'une spirale.

remarquai que, si d'un carré de 4 pouces de surface on retranche un pouce carré, il reste une surface en forme d'équerre qui a le même périmètre que le carré entier. Je remarquai ensuite qu'un rectangle de trois pouces de base et d'un pouce de hauteur, a un périmètre égal à celui du carré de 4 pouces; et enfin qu'un rectangle de 6 pouces de base et de 2 pouces de hauteur avait le même périmètre qu'un carré de 4 pouces de côté. Ces comparaisons m'ouvrirent les yeux, et me firent aussitôt trouver ce que je cherchais.

Je tirai donc la conclusion que les lames de zinc agissent en raison de leurs périmètres, et que la cause occulte que je cherchais, n'était qu'un corollaire de cette propriété déjà reconnue, que la lame de zinc la plus petite, a le plus grand effet relatif, par la raison que, comparée aux autres, elle a le plus grand périmètre.

Voici les résultats des expériences qui démontrent que les lames de zinc agissent sur le fer doux en raison de leur périmètre. Les surfaces sont exprimées en pouces carrés, les périmètres en pouces linéaires, et les forces en kilogrammes.

SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.	SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.
6	14	13,85	36	24	30,30
12	16	18,20	42	26	29,60
18	18	22,80	48	28	32,80
24	20	24,60	54	30	33,00
30	22	25,80	60	32	35,60

En réduisant ces trois séries à leurs moindres expressions, nous obtenons le tableau suivant :

SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.	SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.
1	1,00	1,00	6	1,71	2,19
2	1,14	1,31	7	1,86	2,14
3	1,28	1,65	8	2,00	2,37
4	1,43	1,78	9	2,14	2,38
5	1,57	1,86	10	2,28	2,57

Voici maintenant les résultats de huit autres expériences, dans lesquelles on compara deux à deux des surfaces de diverses grandeurs, et ayant entr'elles des rapports divers. Dans chaque cas on suppose que la surface, le périmètre et la force, pour la première des deux surfaces comparées, sont réduits à l'unité ; et le tableau suivant ne donne que les seconds termes des rapports pour ces trois quantités.

SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.	SURFACES	PÉRIMÈT.	FORCES.
2	1,14	1,29	2	1,25	1,33
2	1,30	1,20	2	1,45	1,38
3	1,29	1,50	3	1,50	1,67
3	1,67	1,70	4	1,75	1,75

SECONDE PARTIE.

Expériences qui servent à montrer l'effet des périmètres des lames de zinc.

I.

1° J'ai pris une lame de zinc de 4 pouces de surface, et ayant observé son action, de la manière accoutumée, j'ai obtenu .... *kil.* 9,26

A cette lame j'en ai substitué une autre, du même zinc, offrant un rectangle de 16 pouces de base et de 3 lignes de hauteur, et par cette seule modification, j'ai obtenu 17,18

2° J'ai pris une lame carrée de zinc, ayant une surface de 14,5 pouces; j'ai obtenu une force moyenne de 26,00

J'ai enlevé de cette lame un carré, de manière qu'il ne restât qu'un cadre d'environ 3 lignes de largeur; j'ai obtenu une force moyenne de..... 24,00

3° Le carré de zinc restant, soumis à l'expérience, a donné une force de........................ 22,40

Ayant réduit sa surface à un cadre de 2 lignes de largeur; ce second cadre a donné une force de 19,50

II.

Après ces expériences, j'en ai fait d'autres avec des lames plus grandes, en les divisant de manière à tenir compte avec exactitude de ce que je retranchais et de ce qui en restait.

1° Une lame de zinc rectangulaire de 45 pouces carrés a donné........................ *kil.* 37,50

J'en retranchai intérieurement une surface égale à la moitié du tout, de manière à laisser un cadre égal lui-même à l'autre moitié : ce cadre a donné 35,10

2° Je construisis avec une lame de zinc de 94 pouces carrés un cadre de 3 lignes de largeur, long de 15,5 pouces, et haut de 6, offrant une surface totale de 10,5 pouces carrés : ce cadre donna... 32,25

Le reste de la lame, équivalant à 83,5 pouces carrés, égal par conséquent presque à dix fois la surface du cadre, donna seulement........... 43,50

3° Une lame de zinc offrant, comme la précédente, une surface totale de 94 pouces, a donné 46,20

Ayant enlevé dans l'intérieur de cette lame une surface de 55 pouces carrés, c'est-à-dire, de 8 pouc. plus grande que sa moitié, le cadre restant donna 41,75

Ces résultats sont plus que suffisans pour démontrer la grande influence des contours dans ce genre d'expériences. Nous établirons plus tard une comparaison entre les forces et la forme des surfaces qui les ont produites. Je dois maintenant faire connaître le parti que j'ai su tirer de la découverte de ces propriétés des contours.

III.

Autre réforme des électromoteurs.

En conséquence de ces résultats, je fis construire des cadres en bois, de dimensions telles qu'ils pouvaient être

substitués aux lames de zinc destinées aux diverses petites cases en cuivre qui se trouvent dans le Cabinet de Physique de Padoue. Je fis passer autour du périmètre de ces cadres, des fils, ou des lames très-minces de zinc ; et les plongeant dans les cases de cuivre correspondantes, qui contenaient de l'eau acidulée, j'obtins des effets qui s'écartèrent peu de ceux qu'avaient donnés des lame de zinc ayant une surface égale à l'aire recouverte par les fils de zinc.

J'ai fait diverses expériences avec du fil de zinc, dans le but d'augmenter les effets, soit en faisant passer le fil autour du cadre en bois, soit en le prolongeant en zigzag dans l'intérieur de la case de cuivre. J'ai obtenu ainsi des résultats qui méritent d'être étudiés sous divers points de vue, et spécialement en ce qui concerne le métal électro-négatif.

L'électro-moteur construit de la manière qui vient d'être indiquée, est extrêmement commode et économique, puisqu'avec un simple fil de zinc on peut faire toutes les expériences relatives aux propriétés des courans électro-dynamiques, découvertes par Ampère.

TROISIÈME PARTIE.

Expériences faites avec des cadres de zinc isolés.

L'influence du périmètre est prédominante ; mais toutefois la surface a aussi sa part d'action, comme on le voit par les expériences ci-dessus mentionnées. Pour établir, s'il était possible, quelle part il fallait attribuer à

chacune de ces circonstances, je fis une nouvelle série d'expériences.

Je fis faire des cadres de zinc de dimensions diverses, et je les recouvris en entier d'une substance isolante, savoir de la poix noire fondue avec de la colophane, afin de préserver le métal du contact de l'eau acidulée. Avant de procéder aux expériences, je plongeai ces cadres, l'un après l'autre, dans la case de cuivre qui contenait l'eau acidulée, pour m'assurer de leur isolement, en essayant, comme à l'ordinaire, de les faire agir sur l'aimant temporaire. Comme ils ne produisirent aucun effet, je commençai les expériences suivantes :

I. 1er *Cadre.*

Lorsque je découvris le périmètre extérieur, l'aimant acquit une force moyenne de............. *kil.* 5,16
.... les deux périmètres extérieur et intér. 10,83
.... la surface entière du cadre......... 16,16

II. *Autre cadre plus grand.*

Périmètre extérieur...................... 8,00
Les deux périmètres...................... 13,60
La surface entière du cadre................ 21,40

III. *Même cadre.*

J'ai voulu répéter l'expérience précédente, en découvrant, l'une après l'autre, les deux surfaces du cadre

afin de mieux connaître l'action de ces surfaces comparée à celle des périmètres.

Périmètre extérieur..................... *kil.*	3,00
Les deux périmètres......................	9,30
Une des surfaces découverte................	16,90
Les deux surfaces.........................	17,00

IV. *Autre cadre encore plus grand.*

Périmètre extérieur..................... *kil.*	10,50
Les deux périmètres......................	16,20
Une des deux surfaces découverte...........	28,62
Les deux surfaces.........................	32,30

(Une cinquième expérience, faite avec un cadre de figure compliquée, était propre à varier encore plus l'influence des périmètres).

Si nous comparons les effets des périmètres seuls avec ceux des surfaces, nous trouverons que les premiers produisent un effet plus grand et quelquefois plus que double. On observera de plus qu'une des deux surfaces est sensiblement moins active que l'autre; c'est ce que montrent les deux tableaux suivans, déduits des données précédentes.

	Périmètre.	*Surface correspondante.*
1re Expér........	*Kil.* 18,80.........	*Kil.* 5,36
2e.	13,60.........	7,54
3e..............	9,30.........	8,40
4e..............	16,00.........	16,00
5e..............	25,00	11,00

	1re surface.	2de surface.
3e Expér.	Kil. 7,60	Kil. 0,10
4e	12,40	3,70
5e	9,50	1,70

Le lecteur ne doit considérer ces expériences que comme un premier essai de recherches pour faire des comparaisons, et non pour déterminer des valeurs absolues. Voilà la raison pour laquelle je n'ai pas cru devoir donner les dimensions des cadres. Ces expériences m'ont servi à confirmer la supériorité des périmètres sur les surfaces, et m'ont fait soupçonner une inégalité d'action des surfaces du métal électro-positif. De plus je dois ajouter que j'ai répété ces expériences avec des lames carrées et rectangulaires de zinc, et que j'ai toujours retrouvé la différence indiquée entre les deux surfaces. Je les ai répétées en commençant par découvrir les surfaces, et en laissant les contours vernis, et j'ai obtenu alors des résultats qui méritent d'être étudiés. Mais je ne puis m'occuper davantage de ces recherches accessoires, étant pressé d'un vif désir de découvrir si le métal électro-négatif est soumis à la même loi relativement aux périmètres, et de compléter ainsi ce premier travail sur l'influence des contours des deux métaux qui constituent l'électro-moteur de notre célèbre Volta.

IV) *Nouvelles expériences faites dans le but de rechercher si l'action des périmètres, découverte dans les lames de zinc, a lieu aussi dans celles de cuivre.*

J'ai soumis à l'examen l'action d'un élément composé d'une lame de zinc de $14\frac{1}{2}$ pouces carrés de surface, et

placée au-dedans d'une double lame de cuivre, de manière que celle-ci recouvre les deux surfaces de zinc sans les toucher.

I.

1° Je plongeai cet élément dans un vase de verre contenant de l'eau acidulée; il communiqua à l'aimant une force de..................................kil. 28,20

2° J'enlevai 10 $\frac{3}{4}$ pouces carrés de zinc, de manière qu'il ne restât qu'un cadre de 3$\frac{1}{3}$ pouces carrés de surface; la force fut de........... 26,50

3° Je découpai le cuivre de manière que le cadre de zinc fût couvert seulement d'un cadre de cuivre; la force fut de..................... 25,00

II.

1° Un élément semblable au précédent et offrant une lame de zinc de 9 pouces carrés de surface, recouverte d'une double lame de cuivre, communiqua une force de 21,30

2° Le zinc étant réduit à un cadre de 3 lignes de largeur, recouvert d'un cadre de cuivre d'égales dimensions, la force s'éleva à.......... 29,30

III.

1° L'élément simple et originaire de Volta, formé d'une lame de zinc de 4 pouces carrés de surface, et d'une lame égale de cuivre, séparées par le conducteur humide, donna............ 18,25

2° Je découpai la lame de cuivre en un cadre

propre à couvrir les deux surfaces de zinc, et alors la force fut de 21,87

IV. *Réforme totale des électromoteurs.*

M'étant assuré par l'expérience que l'action du cuivre est soumise à la même loi des périmètres, j'ai aussitôt construit des électromoteurs de formes diverses, mais tous également composés de petites lames de zinc et de cuivre, en recherchant le rapport le plus avantageux entre les surfaces des deux métaux, et en mettant à profit dans cette recherche les travaux de Wollaston, de Matteucci et de Marianini. Ces électromoteurs, outre qu'ils développaient des forces magnétiques assez énergiques, produisaient des effets calorifiques supérieurs à ceux qu'on obtient de lames métalliques équivalentes en surface, mais circonscrites dans de moindres périmètres. Je ferai connaître par la suite les effets des batteries composées d'élémens de la nouvelle forme, comparés à ceux des batteries ordinaires.

Dans toutes mes expériences, l'aimant temporaire que j'employais, me servait en même temps de galvanomètre et de spinctéromètre. Toutes les fois qu'après avoir mesuré la force magnétique, j'interrompis le courant hydro-électrique, j'observai avec plaisir que la force des étincelles allait croissant avec la force magnétique.

Il est souvent très-difficile d'ouvrir les yeux sur une erreur à laquelle on est habitué depuis plusieurs années. Au fait je suis le premier, ou certainement un des premiers, qui ait observé l'étincelle magnéto-électrique;

car j'ai commencé à la remarquer dès novembre 1830: mais l'ayant toujours attribuée au courant hydro-électrique, ce n'est qu'en dernier lieu que j'ai reconnu sa nature. Un jour que j'étais occupé à enregistrer les résultats de nos expériences, le Dr. L. Magrini, que ses fonctions et encore plus son zèle pour la science, appellent à m'aider, ayant éprouvé la force de l'étincelle sans la présence de l'aimant, me prévint que l'aimant temporaire augmentait l'effet de l'étincelle. Je lui répondis que la spirale qui entoure l'aimant joue exactement le rôle du condensateur imaginé par M. Nobili; et je me proposai dès-lors, après que la série d'expériences qui m'occupait, serait terminée, de procéder à la recherche de la cause de ce phénomène, en construisant un condensateur égal à celui de l'aimant.

Pour compléter mon travail, il ne me restait qu'à rechercher si la force magnétique suivait la même marche que la force calorifique. Pour résoudre la question par une seule expérience, et sans le secours du thermomètre ou du thermoscope, voici comment j'ai procédé.

1° Je pris un élément de Wollaston, dont la lame de zinc avait 316 pouces carrés de surface. J'observai la force que cet élément communiquait à l'aimant, ensuite la force de l'étincelle avec la présence de l'aimant, et enfin la température du fil conjonctif, qui était telle qu'on ne pouvait le toucher impunément.

2° A la lame de zinc, je substituai un cadre en bois, autour duquel était enroulée une petite lame de zinc, large de 3 lignes et longue de 76 pouces, dont par conséquent la surface totale était de 19 pouces carrés. J'obtins alors

une force magnétique moindre d'un petit nombre de kilogrammes, comme à l'ordinaire; l'étincelle différa peu de celle qui avait été obtenue dans l'expérience précédente; mais la température du fil conjonctif s'éleva d'une quantité insensible.

Cette expérience m'ouvrit les yeux, et me tira d'une erreur, qui peut-être a été heureuse, puisqu'elle m'a conduit à découvrir le moyen de séparer les actions magnétiques des actions calorifiques; découverte qui a de l'importance, car elle jettera un grand jour sur le mode d'agir des électromoteurs et sur la cause qui réunit l'agent magnétique à l'agent électrique lorsque celui-ci circule d'un pôle à l'autre.

L'étincelle que j'obtenais avec la présence de l'aimant temporaire, était le résultat des deux étincelles qui se manifestaient au même instant, et qui étaient dues, l'une au courant hydro-électrique, l'autre au courant magnéto-électrique qui naît à l'instant où on aimante le fer doux dont se compose l'aimant temporaire.

Conclusion.

Des expériences rapportées ci-dessus, dérivent les conclusions suivantes.

1° Les actions magnétiques peuvent être distinguées des actions calorifiques, puisqu'elles ne suivent pas la même marche. Les forces magnétiques croissent ou diminuent en proportion des périmètres métalliques; et la force calorifique varie avec la surface de ces mêmes lames selon une loi qui n'est pas connue.

2° Ces résultats sont confirmés par l'emploi du galvanomètre (1).

3° Quant à l'action électrique mise en jeu par un électromoteur formé de lames de zinc et de cuivre, elle ne se manifeste que lorsqu'on ferme ou qu'on interrompt le circuit. Mais si l'on complète le circuit avec la spirale de l'aimant temporaire, cette action se montre, et voici pourquoi. Lorsqu'on complète le circuit, l'action magnétique développe sa plus grande force ; mais l'action électrique ne se manifeste pas. Lorsqu'on rompt le circuit, l'action magnétique se dissimule, et l'action électrique se manifeste par une forte étincelle, qui est d'autant plus vive et plus sonore que l'action magnétique a été plus intense à la clôture du circuit.

4° Quoique j'aie tardé à m'apercevoir de la présence de cette étincelle magnéto-électrique, cependant j'ai été le premier à la reconnaître, à voir la possibilité de la séparer de l'étincelle hydro-électrique et à la faire connaître au public.

5° Le phénomène que j'ai découvert dans les aimans temporaires prismatiques ou anguleux, se lie avec la découverte de l'action des périmètres sur le fluide magnétique (2).

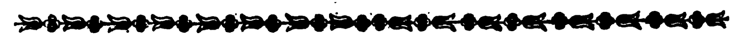
6° L'action calorifique des élémens de Volta augmente avec la division et la subdivision des deux métaux, et même avec celle du seul métal électro-positif.

(1) V. les expériences rapportées dans ma Notice datée du 26 mars mars, p. 105 - 106 de ce vol. des *Annales*.

(2) V. Fascicule 5, 1832, p. 275, *Annali delle Scienze*, etc.

7° Avec un élément formé d'une petite lame, ou d'un fil de zinc, qui parcourt un petit canal de cuivre, de forme quelconque, et contenant de l'eau acidulée, on peut obtenir des aimans temporaires, de fortes étincelles magnéto-électriques, dont il ne sera pas difficile de tirer quelque profit.

8° Enfin avec un élément composé de simples fils de zinc et de cuivre, roulés en spirale plane et plongés dans un vase de verre contenant un peu d'eau acidulée, les physiciens peuvent faire toutes les expériences relatives, soit aux attractions et répulsions des courans électro-dynamiques, soit aux aimans temporaires.



ASTRONOMIE.

A TREATISE ON ASTRONOMY. Traité d'Astronomie, par Sir JOHN HERSCHEL, inséré dans la *Cyclopédie* du Dr. Lardner; 1 vol. petit in-8° de 430 pag. et 3 planch. *Londres* 1833.

(*Extrait.*)

Il y a toujours un grand intérêt à voir des hommes éminens dans une science, chercher à présenter d'une manière élémentaire les théories et les faits principaux dont elle se compose; et il y a pour toutes les classes de lecteurs un profit notable à tirer de semblables publications. Aussi annonçons-nous avec un grand plaisir l'ouvrage dont nous venons de rapporter le titre, et dont l'auteur est si bien placé par ses profondes connaissances, par ses traditions de famille et par ses propres travaux, pour traiter d'une manière supérieure un sujet aussi intéressant. Nous espérons que son nouvel ouvrage ne tardera pas à trouver un traducteur en français; mais en attendant, nous croyons être agréables aux lecteurs de ce recueil, en cherchant à leur donner par une rapide analyse une légère idée de son ensemble, et en leur présentant par diverses citations quelques échantillons de la manière dont il est exécuté.

La méthode suivie par Sir John Herschel dans ce traité est, comme il le dit lui-même dans son introduction, une combinaison de la synthèse et de l'analyse, destinée à enseigner le plus de choses dans le moindre espace possible. Il admet dès le début le système du monde de Copernic, mais il ne néglige aucune occasion d'en faire ressortir la vérité et la féconde simplicité. Il ne suppose chez les lecteurs de son traité que des notions élémentaires de mathématiques, de mécanique et d'optique, tout en insistant fortement sur ce qu'une connaissance approfondie des mathématiques est l'instrument principal de toute recherche exacte, et le seul moyen de pénétrer avec succès dans les parties élevées des sciences.

L'auteur ayant été obligé, pour un ouvrage de la nature de celui-ci, de renoncer aux formules et aux démonstrations mathématiques, a cherché à y substituer des explications raisonnées, accompagnées de figures insérées dans le texte, ainsi que des comparaisons avec des faits et des objets familiers. Son ouvrage n'en acquiert peut-être que plus d'intérêt, en offrant le résultat des observations et des méditations d'un astronome aussi distingué, mis à la portée d'un grand nombre de personnes; en présentant quelquefois sous de nouveaux points de vue les vérités qu'il s'agit d'établir, en les soumettant à un enchaînement logique de raisonnemens et en éclaircissant divers points qui pouvaient laisser encore quelque obscurité.

Ce traité est composé de treize chapitres, dont nous allons rapporter les titres, pour donner une idée de l'ordre suivi dans l'ouvrage; nous en extrairons en même temps quelques fragmens qui nous ont semblé particulièrement intéressans.

Le premier chapitre est relatif aux apparences que présentent le ciel et la terre, aux moyens d'acquérir une idée approximative de la figure et de la grandeur de la terre, ainsi que des mouvemens et des distances des corps célestes. Le second a pour objet les instrumens et les observations astronomiques; il contient sur ce sujet des notions claires et instructives, ainsi que des réflexions très-justes et intéressantes (1). L'auteur, en parlant des appareils pour la rectification des cercles verticaux, décrit le *Collimateur flottant* du Capitaine Kater, comme l'un de ceux dont l'emploi est le plus avantageux. Il rappelle à propos de l'application des lunettes aux instrumens divisés, que si Morin a été le premier à la proposer dès 1635, Gascoigne, astronome anglais qui mourut à l'âge de 23 ans, à la bataille de Marston-Moor, avait

(1) Je crois devoir relever, cependant, une opinion peu favorable sur l'emploi des instrumens répétiteurs, énoncée à la fin de ce chapitre, et que je ne puis partager. M. Herschel reconnaît bien la beauté et l'avantage du principe de la répétition des angles, pour éliminer les erreurs de division dans les instrumens; mais il croit que dans la pratique cela se trouve contre balancé par des inconvéniens, qui tiennent, peut-être, à quelques imperfections dans le système des vis de pression ou des pinces qui servent à arrêter le cercle dans ses diverses positions. Quant à moi, j'ai vu le principe de la répétition trop heureusement appliqué à la mesure des angles terrestres azimutaux avec de petits théodolites, et j'en ai fait un assez long usage dans la mesure des distances zénitales du soleil et des étoiles, pour ne pas regarder comme très-utile, dans la pratique, l'application de ce principe, surtout dans les opérations qui demandent des instrumens portatifs, lorsque ces instrumens sont construits avec soin et convenablement employés. A. G.

fait de son côté, en 1640, cette application à ses Quadrans et à ses Sextans, en ajustant des fils au foyer des lunettes, idée heureuse que Morin paraît n'avoir pas indiquée. M. Herschel remarque aussi que l'invention du Sextant à réflexion, communément attribuée à Hadley, qui l'a en effet publiée le premier, en 1731, est due primitivement à Newton; en sorte que la navigation est à la fois redevable à ce grand génie de la seule théorie par laquelle un vaisseau puisse être guidé sûrement, et du seul instrument qui puisse servir à appliquer cette théorie aux usages nautiques.

Le chapitre 3 est relatif à la figure de la terre, à ses dimensions exactes, à la variation de la gravité à sa surface, aux expériences du pendule, à la détermination des positions géographiques, etc. M. Herschel y parle des vents alisés, en citant les développemens intéressans dans lesquels est entré sur ce sujet le Capit. Basil Hall, dans la 2de série de ses *Fragments of voyages and Travels*, T. 1, p. 162. Il y a montré, entr'autres, qu'à mesure que les courans inférieurs de l'air atmosphérique qui arrivent des pôles s'approchent de l'équateur, leur tendance vers l'est doit diminuer, soit parce que la longueur des cercles diurnes augmente très-peu tout près de l'équateur, en sorte que le frottement exercé par la surface de la terre a plus d'action pour accélérer la vitesse de l'air, soit parce que les courans du nord et du sud, se rencontrant vers l'équateur en sens opposé, tendent à se détruire mutuellement. Ainsi l'effet des vents alisés doit se réduire, et se réduit en réalité, à deux grandes bandes situées vers les tropiques, dans l'une desquelles, celle de l'hémisphère boréal,

règne constamment un vent du nord-est, et dans l'autre un vent du sud-est. M. Herschel paraît disposé à attribuer les ouragans des tropiques à des portions des courans supérieurs qui descendraient brusquement vers la terre, avant que leur vitesse eut été suffisamment détruite par le frottement, et par le mélange avec les couches inférieures. Il expose d'une manière ingénieuse dans ce chapitre, la méthode de déterminer les longitudes par les distances lunaires, en assimilant la lune et le ciel étoilé à une horloge, dont les divisions du cadran seraient inégales et les aiguilles excentriques et non uniformes dans leur marche. Il parle aussi de la détermination des différences de longitude terrestre au moyen des signaux de feu, en expliquant comment on peut la rendre sur une très-longue ligne d'opérations, presque indépendante des variations des horloges que l'on y emploie

Le chapitre 4 est relatif à l'Uranographie, ou à la description du ciel étoilé, ainsi qu'à la précession des équinoxes, à la nutation et à l'aberration. Le cinquième, est consacré au mouvement annuel apparent du soleil et à l'explication qu'en fournit le système de Copernic. L'auteur y remarque que la forme elliptique de l'orbite terrestre n'a qu'une influence insensible sur le changement de température correspondant à la différence des saisons. « Cette assertion, » dit-il, « peut paraître à la première vue incompatible avec ce que nous savons des lois de la communication de la chaleur, provenant d'un corps lumineux placé à des distances variables. La chaleur, comme la lumière, émanant également du soleil en tout sens, et étant répandue sur la surface d'une sphère qui

s'aggrandit à mesure que nous nous éloignons du centre, doit évidemment diminuer en intensité, en raison inverse de la surface de la sphère sur laquelle elle se répand, c'est-à-dire, en raison inverse du carré de la distance. Mais nous avons vu que c'était aussi suivant cette proportion que variait la vitesse angulaire de la terre autour du soleil. De là il paraît que l'excédant de chaleur reçu en chaque moment du soleil par la terre, varie en proportion exacte avec la vitesse angulaire, ou avec l'accroissement de longitude correspondant. Il suit de là que la terre reçoit du soleil une égale quantité de chaleur dans quelque partie qu'elle soit de son orbite, cet astre l'éclairant moins long-temps lorsqu'il en est plus près, et plus long-temps pendant qu'il en est plus éloigné. Sans cette circonstance, l'excentricité de l'orbite pourrait influencer sensiblement la variation des saisons. La différence des distances du soleil à la terre s'élevant à environ un trentième de la quantité moyenne, celle du pouvoir calorifique direct du soleil doit être double, ou d'un quinzième de sa valeur moyenne. Le périhélie de l'orbite étant situé maintenant au point du solstice d'hiver, l'effet dont il s'agit devrait, sans la compensation dont nous venons de parler, augmenter la différence de l'été et de l'hiver dans l'hémisphère austral et la diminuer dans le boréal, tandis qu'une égale et impartiale distribution de chaleur et de lumière est accordée à l'un et à l'autre (1). »

(1) Voyez le mémoire de M. Herschel sur les causes astronomiques qui peuvent influencer les phénomènes géologiques, inséré dans les *Transactions de la Société Géologique de Londres* pour 1832.



L'auteur termine ce chapitre par quelques détails intéressans sur le corps même du soleil, dont nous allons transcrire une grande partie. Il commence par décrire les taches noires qui paraissent souvent sur le disque du soleil, et qui sont en général entourées d'une bordure grisâtre appelée *pénombre*. Ces taches sont quelquefois très-grandes; Mayer en a observé une entr'autres, en 1758, dont le diamètre était un vingtième de celui du soleil; elles ne paraissent en général que dans une région qui ne s'écarte que d'environ 30° de part et d'autre de l'équateur solaire. M. Herschel parle aussi des *facules*, ou espaces plus brillans que les autres, qu'on voit souvent vers les bords du disque dans le voisinage des taches, et des *pores*, ou des petits points obscurs qu'on aperçoit avec de forts télescopes sur tout le disque du soleil, qui paraissent dans un état continuel de variation, et ressemblent beaucoup, dit-il, à un précipité chimique floconneux dans un fluide transparent, vu perpendiculairement au-dessus du fluide. Il expose ensuite l'explication la plus probable de ces phénomènes, en considérant le soleil comme un corps solide, ayant au-dessus de sa surface une sorte d'atmosphère ou de milieu élastique transparent, dans la partie inférieure duquel se trouve une couche nébuleuse opaque, tandis que la partie supérieure seule est lumineuse. Le sommet des vagues immenses de la partie lumineuse, lorsqu'elle est agitée, donne lieu à l'apparence des facules; et l'ouverture accidentelle des couches lumineuse et opaque, qui laisse voir le noyau solide à travers, occasionne l'apparition des taches et rend bien compte de leurs apparences. L'auteur parle ensuite en ces termes de la chaleur du soleil.

« Diverses circonstances nous indiquent que la température à la surface visible du soleil ne peut être que très-élevée, et qu'elle l'est beaucoup plus que toute chaleur artificielle produite dans nos fourneaux, ou par des procédés chimiques ou galvaniques. En effet, 1° il résulte de la loi du décroissement de la chaleur et de la lumière en raison inverse du carré des distances, que la chaleur reçue sur une portion de surface placée à la distance de la terre, est à celle reçue sur une même surface à la distance du soleil, comme la partie du ciel occupée par le disque apparent du soleil est à tout l'hémisphère, en sorte que la seconde quantité de chaleur doit être 300 000 fois plus grande que la première. Or une chaleur solaire beaucoup moindre, concentrée au foyer d'un verre ardent, suffit pour réduire en vapeur l'or et le platine. 2° La facilité avec laquelle les rayons calorifiques du soleil traversent le verre peut aussi servir de preuve sous ce rapport, cette propriété étant pour les chaleurs artificielles en proportion directe de leur intensité (1). 3° Ce qui démontre encore ce fait, c'est que les flammes les plus vives s'évanouissent, et que les corps solides qui sont dans l'état d'ignition le plus intense ne

(1) J'ai trouvé par des mesures directes faites avec l'*Actinomètre*, instrument que j'emploie depuis long-temps pour des recherches de ce genre, et dont les indications ne sont pas exposées aux sources d'erreurs qui existent dans les modes d'estimation usités, que sur 1000 rayons solaires calorifiques, 816 pénètrent une lame de verre plane, d'environ un huitième de pouce d'épaisseur; et que sur 1000 rayons qui ont passé à travers une lame semblable, 859 peuvent passer dans une autre lame. (*Note de l'auteur.*)

paraissent que comme des taches noires sur le disque du soleil, quand on les place entre ce disque et l'œil (1). Il résulte de cette dernière remarque que le corps du soleil, quelque obscur qu'il paraisse dans ses taches, peut être néanmoins dans un état d'ignition très-intense. Il ne s'ensuit pas cependant qu'il doive être nécessairement tel, et le contraire est possible, du moins physiquement. En effet, il pourrait être mis à l'abri de la radiation des régions lumineuses situées au-dessus de son atmosphère, par une enveloppe parfaitement réfléchissante ; et il suffirait d'un milieu gazeux intermédiaire, croissant rapidement en densité, pour qu'aucune chaleur ne pût traverser ce milieu. Or la visibilité des nuages qui forment la pénombre des taches, dans la situation où ils se trouvent, ne laisse aucun doute sur leur grande faculté réfléchissante (2). »

« Une si énorme émission de chaleur par radiation peut complétement expliquer l'état constant d'agitation tumultueuse dans lequel sont maintenus les fluides composant la surface visible du soleil, ainsi que la production et la disparition continuelle des *pores*, sans qu'on ait besoin de recourir à des causes intérieures.»

(1) L'inflammation d'une petite boule de chaux vive dans la lampe oxy-hydrogénée du lieutenant Drummond, présente l'imitation de la splendeur solaire la plus approchée qui ait été produite encore. Cependant, lorsqu'elle a été mise devant le soleil, dans un essai auquel j'étais présent, et qui était il est vrai imparfait, elle offrait précisément l'apparence noire dont je parle. Cette expérience devrait être répétée dans des circonstances favorables. (*Note de l'auteur.*)

(2) L'auteur remarque un peu plus bas (p. 239) que la chaleur

« Les rayons du soleil sont la source finale de presque tous les mouvemens qui ont lieu à la surface de la terre. C'est par leur chaleur que sont produits tous les vents, ainsi que les dérangemens dans l'équilibre électrique de l'atmosphère, qui donnent naissance aux phénomènes du magnétisme terrestre. C'est par leur action vivifiante, que les végétaux après avoir été élaborés de la matière inorganique, servent à leur tour à l'entretien des hommes et des animaux, et fournissent ces grands dépôts de force mécanique que nous procurent nos mines de charbon. C'est par l'effet de ces rayons que les eaux de la mer circulent en vapeur à travers les airs et arrosent la terre, en faisant naître les sources et les rivières. C'est encore par eux que sont produits tous les dérangemens d'équilibre chimique des élémens de la nature, qui par une série de compositions et de décompositions donnent lieu à de nouveaux produits et occasionnent des transports de matériaux. L'état de lente dégradation des solides constituant la surface de la terre, qui produit ses principaux changemens géologiques, et la diffusion de ces solides dans les eaux de l'océan, sont aussi entièrement dus à l'effet du vent et de la pluie, ainsi qu'à l'action alternative des saisons. Lorsque nous

très-intense qui règne probablement dans l'intérieur du soleil, doit augmenter beaucoup l'élasticité de sa matière solide, et la rendre capable, malgré sa légèreté, quatre fois plus grande en moyenne que celle de la matière terrestre, de résister à l'énorme pression qu'elle éprouve, (la pesanteur étant environ 28 fois plus grande à la surface du soleil que sur la terre.)

considérons l'immense transport de matériaux ainsi produit, l'accroissement de pression qui en résulte sur de grands espaces dans le lit de l'océan, et la diminution correspondante dans certaines parties de la terre, nous ne sommes pas embarrassés pour concevoir comment la force élastique des feux souterrains, ainsi réprimée d'un côté et facilitée de l'autre, peut se faire jour dans des points où la résistance est à peine égale à cette force, et faire même rentrer ainsi le phénomène des volcans en activité sous la loi générale de l'influence solaire. »

« Le grand mystère est de savoir comment une si énorme conflagration (s'il y en a une) peut être entretenue. Chaque découverte faite en chimie nous laisse complétement dans l'embarras sous ce rapport, ou plutôt semble éloigner davantage la perspective d'une explication probable. Si l'on peut hasarder sur ce sujet une conjecture, nous recourrions plus volontiers pour expliquer l'origine de la radiation solaire, à la possibilité reconnue d'une production indéfinie de chaleur par le frottement, ou à son excitation par des décharges électriques, plutôt qu'à aucune combustion actuelle de matière pondérable solide ou gazeuse (1).

(1) L'électricité qui traverse des couches extrêmement raréfiées d'air ou de vapeur, produit de la lumière et sans doute aussi de la chaleur. Ne pourrait-on pas supposer un courant continuel de matière électrique, circulant constamment dans le voisinage immédiat du soleil, ou traversant les espaces planétaires, et produisant dans les régions supérieures de son atmosphère les phénomènes dont nous avons, sur une très-petite échelle, une manifestation positive dans



Le chapitre 6 du traité que nous analysons est relatif à la lune, et nous en citerons seulement la fin, qui se rapporte aux apparences qu'offre la surface de ce satellite.

notre aurore boréale. Mon père, dans un mémoire sur le soleil inséré dans les *Trans. phil.* pour 1801, a déjà indiqué l'analogie possible de la lumière solaire avec celle de l'aurore boréale. Ce serait un sujet très-curieux d'expériences, que de rechercher jusqu'à quel point une simple multiplication de couches de flamme, placées à distance les unes derrière les autres, de manière à produire une lumière d'un degré déterminé d'intensité, communiquerait à la chaleur du rayon composé qui en résulterait, le caractère pénétrant qui distingue les rayons calorifiques solaires. Nous observerons aussi que la tranquillité des régions polaires du soleil, comparativement avec les régions équatoriales (si les taches sont réellement atmosphériques) ne peut être expliquée par la seule rotation du soleil sur son axe, mais doit provenir de quelque cause extérieure au soleil : de même que nous voyons les bandes de Jupiter et de Saturne et nos vents alisés provenir d'une cause extérieure à ces planètes, qui se combine avec leur rotation, cette dernière ne pouvant produire seule aucun mouvement une fois que le corps a atteint sa forme d'équilibre.

L'analyse prismatique du rayon solaire montre dans le spectre une série de *lignes fixes*, totalement différentes de celles qui appartiennent à la lumière de toutes les flammes terrestres connues. Cette circonstance pourrait nous conduire à une connaissance plus claire de l'origine de ces rayons. Mais avant de tirer aucune conclusion d'une telle indication, nous devons rappeler que le rayon solaire, avant de parvenir jusqu'à nous, a éprouvé toute l'action absorbante de notre atmosphère aussi bien que de celle du soleil. Nous ne savons rien et nous pouvons tout conjecturer relativement à cette atmosphère : mais nous sommes sûrs que la nôtre a une couleur bleue ; et si cette couleur est inhérente et absorbante, on doit s'attendre que

« Les montagnes lunaires présentent en général une uniformité frappante et une grande singularité d'aspect. Elles sont étonnamment nombreuses, occupant de beaucoup la plus grande portion de la surface de la lune, et étant presque toutes d'une forme exactement circulaire, ou en forme de coupe, allongées cependant en ellipse vers le bord. Les plus hautes, telles qu'elles ont été mesurées par la longueur des ombres qu'elles projettent, ont environ un mille et trois quarts d'élévation perpendiculaire; les plus grandes ont pour la plupart dans leur intérieur des fonds plats, d'où sort vers le centre une petite élévation escarpée et conique. Elles offrent, en un mot, dans toute sa perfection, le véritable caractère volcanique, tel qu'on peut le voir dans le cratère du Vésuve et dans une carte des districts volcaniques des Champs-Phlégréens ou du Puy-de-Dôme (1). Dans quelques-unes des

l'air agit sur le spectre d'une manière analogue à celle suivant laquelle agissent d'autres milieux colorés, lesquels (spécialement les milieux colorés en bleu clair) laissent des portions non absorbées séparées par des intervalles obscurs. Il vaudrait la peine, en conséquence, d'examiner si quelques-unes ou toutes les lignes fixes observées par Wollaston et Fraunhofer n'auraient pas leur propre origine dans notre atmosphère. Des expériences faites d'un côté sur de hautes montagnes ou dans des ballons, et de l'autre avec des rayons réfléchis auxquels on aurait fait traverser plusieurs milles d'air additionnel près de la surface de la terre, pourraient décider ce point. Mais l'effet absorbant de l'atmosphère du soleil, et peut-être aussi celui du milieu quelconque qui l'entoure et qui résiste aux mouvemens des comètes, ne pourrait être éliminé ainsi. (*Note de l'auteur.*)

(1) Voyez la carte de Breislak des environs de Naples et celle d'Auvergne de Desmarest.

principales, on peut, avec de puissans télescopes, constater clairement des marques décisives de stratification volcanique, provenant de dépôts successifs de matières poussées dehors ; et je l'ai vérifié par mes propres observations. Ce qui est particulièrement singulier dans la géologie de la lune, c'est que, quoiqu'on n'y puisse rien apercevoir qui ait le caractère de mers (puisque les taches obscures auxquelles on donne communément ce nom présentent, quand on les examine attentivement, des apparences incompatibles avec la supposition d'une eau profonde), cependant il s'y trouve de grandes régions parfaitement unies, et qui ont en apparence un caractère décidé d'alluvion. »

« La lune n'a pas de nuages, ni aucune autre indication d'atmosphère. Si elle en avait, on ne pourrait manquer de s'en apercevoir dans les occultations d'étoiles et les éclipses de soleil. La variation des climats doit y être fort extraordinaire : tantôt on doit y avoir un éclat de soleil brûlant, plus fort qu'à midi à l'Équateur, et continu, sans aucun adoucissement, pendant une quinzaine de jours ; tantôt, au contraire, un froid de la plus grande sévérité et bien plus fort que celui de nos hivers polaires, pendant un égal espace de temps. Une telle disposition de choses doit produire un transport constant de toute l'humidité qui peut exister à sa surface, du point situé au-dessous du soleil au point opposé, par une espèce de distillation dans le vide analogue à celle du petit instrument appellé *Criophore*. Il doit en résulter une aridité absolue droit au-dessous du soleil, une accumulation constante de gelée blanche dans la région opposée ; et peut être une zône étroite d'eau li-

quide vers les bords de l'hémisphère éclairé. Il est possible que l'évaporation d'un côté et la condensation de l'autre puissent jusqu'à un certain point conserver un équilibre de température, et adoucir l'extrême sévérité des deux climats. »

« Un cercle d'une seconde de diamètre, tel qu'il serait vu de la terre sur la surface de la lune, contient environ un mille carré. Ainsi, il faut que les télescopes soient encore fort perfectionnés avant que nous puissions voir sur la lune des signes d'habitans, tels qu'ils se manifestent par des édifices ou par des changemens sur la surface du sol. On doit observer, cependant, qu'à cause de la petite densité de la matière de la lune et de la faible pesanteur comparative des corps à sa surface, la force musculaire peut y produire six fois plus d'effet que sur la terre, pour surmonter le poids des matériaux. Mais vu le manque d'air, il semble impossible à des êtres vivans analogues à ceux de la terre d'y subsister. On ne peut y discerner aucune apparence indiquant de la végétation, ni la plus petite variation à sa surface qui puisse être attribuée à un changement de saison. »

« S'il y a des habitans dans la lune, la terre doit leur présenter l'apparence extraordinaire d'une lune de près de deux degrés de diamètre, offrant les mêmes phases que celles que nous voyons dans la nôtre, mais invariablement fixée dans leur ciel (ou tout au moins ne changeant de position apparente que de la petite quantité de la libration) tandis que les étoiles doivent paraître passer lentement au-delà et derrière elle. Cette grande lune doit paraître obscurcie par des taches variables, et traversée de

zônes équatoriale et tropicales correspondant à nos vents alisés. On peut douter que dans leurs perpétuels changemens, les contours de nos continens et de nos mers puissent y être jamais clairement discernés. »

Le chapitre 7 de l'ouvrage de M. Herschel est consacré à l'exposition de la loi de la gravitation universelle, telle qu'elle résulte des phénomènes de la pesanteur terrestre et des révolutions de la lune et de la terre. Quelque bien traité que s'y trouve cet important sujet, nous ne croyons pas devoir nous y arrêter ici. Le chapitre 8 est relatif aux phénomènes et aux lois de notre système planétaire. Nous en extrairons quelques détails, qui se rapportent aux particularités que présentent les diverses planètes.

« Trois traits principaux nous frappent, comme produisant nécessairement une diversité extraordinaire dans les moyens par lesquels la vie animale peut être soutenue dans les planètes, si elles sont habitées comme notre terre. Le premier est la différence qui existe dans les quantités de lumière et de chaleur qu'elles reçoivent du soleil; le second la différence de pesanteur à leur surface; et le troisième la différence de nature de leur matière propre, résultant de celle de leur densité moyenne. L'intensité de la radiation solaire est près de sept fois plus grande sur Mercure que sur la terre, et elle est 330 fois plus petite sur Uranus, en sorte que la proportion entre les deux extrêmes est de plus de deux mille à un. Peut-on se figurer ce que deviendrait notre globe, si la force actuelle du soleil y était sept fois plus grande, sept fois plus petite, ou trois cents fois plus petite? L'intensité

de la gravité, ou sa puissance pour résister au pouvoir musculaire et à l'activité animale, est près de trois fois plus grande sur Jupiter que sur la terre, tandis qu'elle n'est sur Mars qu'un tiers de ce qu'elle est sur la terre, sur la lune un sixième, et probablement un vingtième seulement sur les quatre petites planètes ; ce qui donne une échelle décroissante dont les extrêmes sont entr'eux dans le rapport de 60 à 1. Enfin, la densité de Saturne excède à peine un huitième de la densité moyenne de la terre, en sorte qu'il ne doit pas être composé de matières beaucoup plus pesantes que le liège. Entre les différentes combinaisons d'élémens aussi importans à la vie que ceux-là, quelle immense diversité ne devons-nous pas admettre dans les conditions du grand problême relatif au maintien de l'existence animale et intellectuelle et du bonheur de tous les êtres : de ce problème qui, autant que nous pouvons en juger parce que nous voyons autour de nous sur la terre, et par la multitude d'êtres vivans qui se pressent dans chacune de ses parties, forme un digne et continuel objet d'exercice pour la bienveillance et la sagesse suprêmes, qui président à tout dans l'Univers ! »

« Quittant maintenant le domaine des simples conjectures, nous allons montrer ce que le télescope nous apprend sur l'état actuel des diverses planètes qu'il peut atteindre. Nous ne pouvons presque rien voir sur Mercure, si ce n'est qu'il est rond et qu'il présente des phases...... Quoique le diamètre apparent de Vénus surpasse celui de toutes les autres planètes (étant quelquefois de plus d'une minute de degré) elle est la plus difficile de toutes

à voir distinctement avec des télescopes. Le lustre intense de sa partie éclairée éblouit l'œil et augmente toutes les imperfections du télescope avec lequel on l'observe. On voit clairement cependant que sa surface n'est pas bigarrée de taches permanentes comme la lune ; on n'y aperçoit ni montagnes ni ombres, mais un éclat uniforme, dans lequel on peut entrevoir quelquefois des portions plus obscures. C'est par quelques observations de cette espèce qu'on a conclu une rotation de Mercure et de Vénus sur leur axe, dont la durée est à peu près égale à celle de la terre. La grande rareté de ces taches et leur défaut de permanence doivent faire présumer que nous ne voyons pas la surface réelle de ces planètes comme celle de la lune, mais seulement leurs atmosphères, qui sont très-chargées de nuages et peuvent servir à mitiger pour elles l'intensité de l'éclat du soleil. »

« Mars se présente sous un aspect très-différent. On distingue dans cette planète, d'une manière très-précise, les bords de ce qu'on peut appeler ses continens et ses mers. Les premiers présentent une couleur rougeâtre, qui caractérise la lumière de cette planète, et indique sans aucun doute une teinte générale ocreuse à sa surface, un peu analogue à celle de nos districts de grès rouge sur la terre, mais plus décidée. Quant à ce que nous appelons mers sur Mars, elles paraissent verdâtres, par l'effet de la loi de contraste dont il se présente beaucoup d'exemples en optique. Ces taches, cependant, ne sont pas toujours également distinctes, quoique lorsqu'on les voit elles offrent constamment la même apparence. Cela peut provenir de ce que la planète n'est pas entièrement destituée

d'atmosphère et de nuages; et ce qui rend cette supposition fort probable, est l'apparence de taches très-brillantes vers ses pôles, qui semblent être d'une nature neigeuse, puisqu'elles disparaissent quand elles ont été long-temps exposées au soleil, et sont les plus grandes dès leur sortie de la longue nuit de leur hiver polaire (1).»

« On observe que le disque de Jupiter est toujours traversé dans une certaine direction par des *bandes* obscures, qui ne sont pas toujours semblables, mais varient en largeur et en situation sur le disque, sans changer cependant de direction générale. On les a vues comme brisées et distribuées sur toute la face de la planète, mais ce phénomène est extrêmement rare. On y observe plus souvent des branches latérales et des subdivisions, ainsi que des taches obscures évidentes. C'est de l'examen attentif de ces dernières qu'on a conclu la rotation, singulièrement rapide, de cette planète en 9 h. 55^{m} 50^{s} de temps sidéral, sur un axe perpendiculaire à la direction des bandes. C'est une chose remarquable, et qui appuie d'une manière satisfaisante les raisonnemens par lesquels on déduit la figure sphéroïdale de la terre de sa rotation diurne, que le contour du disque de Jupiter n'est évidemment pas circulaire, mais elliptique, étant aplati dans la direction de son axe de rotation dans le rapport de 100 à 107, rapport qui correspond suivant ces mêmes principes aux dimensions de Jupiter et au temps de sa rotation. »

« Le parallélisme des bandes à l'équateur de Jupiter,

(1) Voyez *Bibliothèque Universelle*, T. XLVI, p. 225.



leurs variations accidentelles et les apparences de taches qu'on y a vues, rendent très-probable qu'elles subsistent dans l'atmosphère de la planète, où elles forment des zônes de ciel particulièrement clair, déterminées par des courans analogues à nos vents alisés, mais d'une nature plus constante et plus positive, telle qu'on peut l'attendre de l'extrême vitesse de la rotation de Jupiter. Ce qui prouve que c'est le corps, comparativement plus obscur, de la planète qui paraît dans les bandes, c'est qu'elles ne conservent pas leur couleur sombre jusqu'au bord du disque, mais qu'elles s'affaiblissent graduellement avant de l'atteindre. »

M. Herschel parle ensuite de Saturne, en rapportant ses dimensions d'après M. Struve (1), et évaluant d'après ses propres observations à 100 milles anglais au plus (2) l'épaisseur des deux anneaux concentriques qui l'environnent, tandis que l'intervalle qui les sépare est de 1791 milles et que leur largeur totale, y compris cet intervalle, est de 29,534 milles. Il a vu le 29 avril de cette année, avec un télescope de vingt pieds de distance focale et de dix-huit pouces d'ouverture, l'anneau disparaître complétement, lors du passage de la terre dans son plan : quoique son père l'ait encore aperçu dans une circonstance analogue, avec son grand télescope de quatre pieds d'ouverture, comme une ligne lumineuse très-déliée. L'auteur montre comment la rapide rotation de l'anneau, qui a lieu comme celle de la planète en

(1) Voy. *Bibl. Univ.* T. XXXIX, p. 81.

(2) Soit environ 36 lieues de 25 au degré.

10 h. 29 m. 17 s., et qui est analogue à celle d'un satellite qui serait placé à la même distance de la planète, maintient l'anneau en équilibre par la force centrifuge qui résulte de cette rotation; et quoiqu'on n'ait pas encore fait d'observation assez délicate pour constater une différence de période entre la rotation des deux anneaux, il croit très-probable qu'une telle différence existe, pour qu'ils soient en équilibre indépendamment l'un de l'autre.

« Quoique les anneaux, ajoute-t-il, soient presque concentriques avec le corps de Saturne, cependant des mesures micrométriques récentes, d'une extrême délicatesse, ont démontré que cette coïncidence n'est pas mathématiquement exacte, mais que le centre de gravité des anneaux oscille autour de celui de la planète, en décrivant une très-petite orbite, assujettie probablement à des lois très-compliquées. Tout insignifiante que semble cette remarque, elle est de la dernière importance pour la stabilité du système des anneaux. Si on les suppose parfaitement circulaires et exactement concentriques avec leur planète, on peut démontrer qu'ils formeraient (malgré leur force centrifuge) un système dans un état d'*équilibre instable*, que la moindre force extérieure renverserait, non en causant une rupture dans le corps des anneaux, mais en les précipitant tout entiers à la surface de la planète. Car l'attraction d'un ou de plusieurs anneaux de cette espèce sur un point ou sur une sphère située excentriquement dans leur intérieur, n'est pas la même dans toutes les directions, mais elle tend à tirer le point ou la sphère vers la partie la plus voisine de l'anneau, en l'éloignant du centre. En supposant donc

que la planète devienne par une cause quelconque un tant soit peu excentrique à l'anneau, la tendance de leur gravité mutuelle n'est pas de corriger, mais d'accroître cette excentricité et d'amener en contact leurs parties les plus voisines. Or les attractions des satellites donnent lieu à des forces extérieures capables de produire une telle excentricité. Mais afin que le système soit stable, et possède en lui-même le pouvoir de résister aux premiers efforts d'une telle tendance, pendant qu'elle est faible et naissante, et de lui opposer une force conservatrice ou dirigée en sens contraire, il suffit d'admettre que les anneaux soient chargés d'un petit excédant de poids dans quelque partie de leur circonférence, soit par une légère inégalité d'épaisseur, soit par quelque portion plus dense que les autres. Et lors même que cet excédant de poids n'existerait pas, la périodicité de toutes les causes de dérangement nous paraîtrait une garantie suffisante de la conservation de l'équilibre...... Comme la plus petite différence de vitesse entre la planète et les anneaux précipiterait infailliblement et pour toujours ces derniers sur la première, il faut aussi, ou que leurs mouvemens dans leur orbite commune autour du soleil aient été ajustés les uns avec les autres, par un pouvoir extérieur, avec une extrême précision, ou que les anneaux aient été formés autour de la planète, lorsqu'elle était déjà assujettie au mouvement commun de révolution autour du soleil, et sous l'influence libre et complète de toutes les forces actuelles. »

« Les anneaux de Saturne doivent présenter un magnifique spectacle, depuis les régions de cette planète qui

se trouvent au-dessus de leurs parties éclairées, en paraissant comme de vastes arcades qui traversent le ciel d'une extrémité de l'horizon à l'autre, et conservent une position invariable relativement aux étoiles. D'un autre côté, dans les régions situées au-dessous de la partie obscure, il doit y avoir, par l'effet de leur ombre, une éclipse de soleil d'une durée de quinze ans, qui d'après nos idées, ne doit pas offrir un asile favorable aux êtres animés, cette obscurité étant mal compensée par la faible lumière des satellites. Mais nous aurions tort de juger de la convenance ou disconvenance de leur position d'après ce que nous voyons autour de nous, puisque les combinaisons mêmes qui ne présentent à nos esprits que des images d'horreur, peuvent être en réalité des théâtres où se déploie, de la manière la plus frappante et la plus glorieuse, une bienfaisante dispensation.»

« Nous n'apercevons dans Uranus qu'un petit disque rond, uniformément éclairé, sans anneaux ni bandes ou taches apparentes..... Si son immense distance nous ôte tout espoir d'acquérir beaucoup de connaissances sur son état physique, la petitesse des quatre planètes ultra-zodiacales, n'est pas un moindre obstacle pour étudier le leur. On dit que l'une d'entr'elles, Pallas, a quelque chose de nébuleux dans son apparence, qui indiquerait une atmosphère étendue et vaporeuse, peu resserrée et condensée à cause de la faible gravité d'une si petite masse. C'est cette faible gravité qui doit constituer, sans doute, le trait le plus remarquable qui les caractérise. Un homme placé sur l'une d'elles sauterait avec facilité à 60 pieds de haut, et n'éprouverait pas un plus grand choc

en retombant que s'il faisait un saut de 3 pieds sur la terre. Il peut exister des géans sur de telles planètes; et les énormes animaux qui ont besoin, sur notre globe, du soutien de l'eau pour compenser leur poids, pourraient y vivre à la surface du sol. »

« Nous terminerons ce chapitre par une comparaison destinée à présenter à nos lecteurs une idée générale des grandeurs relatives et des distances des planètes. Supposons une plaine bien nivelée, sur laquelle on place un globe de deux pieds de diamètre qui représente le soleil : Mercure sera représenté par un grain de moutarde, et son orbite par la circonférence d'un cercle de 164 pieds de diamètre; Vénus le sera par un pois placé sur un cercle de 284 pieds de diamètre, la terre aussi par un pois sur un cercle de 430 pieds, Mars par une grosse tête d'épingle sur un cercle de 654 pieds; Junon, Cérès, Vesta et Pallas le seront par des grains de sable, décrivant des orbites de 1000 à 1200 pieds de diamètre, Jupiter par une orange ordinaire, placée sur un cercle de près d'un demi-mille anglais de diamètre, Saturne par une petite orange sur un cercle de $\frac{4}{5}$ de mille; et Uranus par une grosse cerise, ou une petite prune, placée sur la circonférence d'un cercle de plus d'un mille et demi de diamètre. Pour donner une idée de la vitesse des planètes dans les orbites qu'elles décrivent autour du soleil, en la comparant aux dimensions de leur globe lui-même, nous ajouterons que Mercure doit décrire un espace égal à son propre diamètre en 41 secondes, Vénus en $4^m\ 14^s$, la terre en 7^m, Mars en $4^m\ 48^s$, Jupiter en 2 h. 56^m, Saturne en 3 h. 13^m et Uranus en 2 h. 16^m. »

Le chapitre 9 de l'ouvrage que nous analysons est relatif aux satellites. Nous nous bornerons à en citer deux fragmens. M. Herschel remarque à propos des éclipses des satellites de Jupiter, qu'on observe quelquefois l'ombre de ces satellites sur le disque de la planète, comme une tache noire qui se meut sur le disque (1); et il ajoute qu'avec de puissans télescopes on peut fréquemment discerner le satellite lui-même lorsqu'il passe devant le disque. Il paraît alors comme un point brillant lorsqu'il se projette sur une bande obscure, et quelquefois aussi comme une tache noire de plus petites dimensions que l'ombre. Ce dernier fait (observé par Schröter et Harding) paraît indiquer, dit-il, que quelques satellites ont occasionnellement sur leur propre corps ou dans leurs atmosphères des taches obscures d'une grande étendue. Nous citerons aussi ce que dit M. Herschel sur les satellites d'Uranus. « Les satellites d'Uranus sont, à l'exception des deux satellites intérieurs de Saturne, les objets les plus difficiles à voir dans notre système; il en existe deux sans aucun doute, et quatre autres ont été soupçonnés. Sir William Herschel, qui les a découverts, a remarqué dans les deux plus évidens dont nous venons de parler, des particularités singulières, que

(1) J'ai observé plusieurs fois sans difficulté, avec des lunettes de trois à quatre pouces d'ouverture, les passages de l'ombre du troisième satellite sur le disque de Jupiter, qui ont lieu vers la conjonction inférieure du satellite, et commencent plus tôt que le passage du satellite lui-même avant l'opposition de la planète et plus tard après cette opposition. Leurs époques seront indiquées dorénavant, pour les trois premiers satellites, dans le *Nautical Almanac*; et on les trouve déjà dans le volume pour 1834, récemment publié. A. G.



j'ai pu confirmer complétement par mes propres observations, faites de 1828 à 1833. 1° Les plans de leurs orbites sont *presque perpendiculaires à l'écliptique*, étant inclinés de 78° 58′ à ce dernier plan. 2° Les mouvemens de ces satellites dans leurs orbites sont *rétrogrades*, c'est-à-dire leurs positions, projetées sur l'écliptique, au lieu d'avancer de l'ouest à l'est autour de leur centre de mouvement, comme c'est le cas pour toute autre planète ou satellite, vont au contraire de l'est à l'ouest. Leurs orbites sont presque circulaires, et elles ne paraissent pas avoir un mouvement des nœuds sensible ou rapide tout au moins, ni avoir éprouvé un changement notable d'inclinaison dans le cours d'au moins une demi-révolution d'Uranus.»

Pour compléter dans ce premier article ce qui est relatif aux planètes et aux satellites dans notre extrait du traité de M. Herschel, nous citerons encore la fin du chapitre 11me, qui se rapporte à la masse de Jupiter et de ses satellites. On s'était aperçu depuis quelque temps, que la valeur de la masse de Jupiter, telle qu'elle avait été admise par Laplace, d'après d'anciennes observations du quatrième satellite faites par Pound du temps de Newton, ne s'accordait pas avec les valeurs conclues plus récemment par MM. Nicolai, Gauss et Encke des effets de l'action perturbatrice de cette planète observés soit sur les nouvelles petites planètes, soit sur la comète d'Encke. Les observations du quatrième satellite lors de ses plus grandes digressions, faites en 1832 par M. le professeur Airy, avec un equatorial tout nouvellement érigé dans l'Observatoire de Cambridge, ont heureusement fait disparaître cette discordance, en montrant qu'elle tenait à l'insuffisance des

appareils micrométriques, à l'aide desquels avaient été faites les anciennes observations. Ces dernières donnaient pour la masse de Jupiter $\frac{1}{1067}$ de celle du soleil, tandis que M. Airy a obtenu par les siennes $\frac{1}{1049}$, valeur presque identique avec celle obtenue par les astronomes allemands que nous venons de citer (1). C'est aussi par la théorie des perturbations des satellites de Jupiter, comparée avec un grand nombre d'observations de leurs éclipses, que Laplace est parvenu à évaluer les masses de ces satellites eux-mêmes. « Il est peu de résultats théoriques plus surprenans, » dit M. Herschel, « que de voir ces petits atômes pesés dans la même balance que celle que nous avons employée pour le soleil, pour cet énorme corps dont la masse est au moins soixante millions de fois plus grande que celle du premier de ces satellites (2). »

(*La suite au Cahier prochain*).

(1) Ces observations se trouvent rapportées en détail dans le cinquième volume in-4° du Recueil de l'Observatoire de Cambridge, publié il y a quelques mois; leurs résultats ont été présentés par M. Airy à la Société Astronomique de Londres, dans sa séance du 12 avril 1833, et il en a paru un extrait dans le N° 20 du vol. II, du Bulletin in 8° de cette Société.

(2) Il est assez singulier que le second satellite, dont le volume est à peine les trois quarts de celui du premier, ait une masse d'au moins un tiers plus grande, et par conséquent une densité moyenne presque double. Il paraît de là que les densités ne diminuent pas pour les satellites à mesure que les distances au corps central augmentent, comme cela a lieu, en général, pour les planètes. A. G.



ZOOLOGIE.

NOTICE SUR LES PROGRÈS DE LA ZOOLOGIE PENDANT L'ANNÉE 1832; par F.-J. PICTET.

Déjà quelques articles intéressans, insérés dans la *Bibliothèque Universelle*, ont fait connaître la marche de la science pendant quelques-unes des dernières années, et plus spécialement pendant celle qui vient de s'écouler. En me chargeant d'exposer un résumé des travaux zoologiques qui ont paru dans l'année 1832, j'ai senti que j'entreprenais une tâche difficile, car un travail de ce genre suppose, pour être complet, des connaissances approfondies, à la fois sur l'ensemble de la science et sur ses détails, et aurait demandé une plume plus exercée que la mienne.

Je ne peux donc point donner ce résumé pour une histoire complète de la zoologie pendant cette année; j'ai seulement cherché à présenter un extrait des principales découvertes et à indiquer, en en faisant connaître succinctement l'esprit et la nature, ceux des travaux zoologiques publiés en 1832 qui méritent quelque attention.

Mais parmi ces ouvrages, il en est un grand nombre qui manquent encore à nos bibliothèques, et dont je ne pourrai indiquer que le titre; quelques-uns mêmes m'échapperont vraisemblablement tout-à-fait. Aussi je ne me

dissimule pas que cette notice présentera des lacunes sur plusieurs points et je prie d'avance les auteurs et les lecteurs d'excuser ces omissions, que j'ai cherché à rendre aussi rares que possible.

Relativement aux travaux très-spéciaux, j'ai eu à éviter deux écueils. Les négliger aurait rendu ce résumé incomplet; et d'un autre côté si je m'étais étendu sur chacun d'eux, j'aurais été entraîné à passer légèrement sur les ouvrages plus importans, et à faire un simple catalogue bibliographique dénué d'intérêt. J'ai cherché pour éviter ce double inconvénient, à indiquer le plus possible, tous les travaux zoologiques, sans entrer cependant dans le détail des descriptions isolées d'espèces nouvelles, et en passant le plus brièvement possible sur tout ce qui m'a paru présenter un intérêt plus restreint.

Les travaux zoologiques de notre époque se distinguent en général par l'exactitude et le soin dans l'observation des faits, et par l'abandon de cette foule de théories qui ont fait trop long-temps la base de la science. Nous voyons les anatomistes faire succéder des dénominations rigoureuses au vague qui régnait sur plusieurs points, et principalement dans l'anatomie des animaux inférieurs; nous voyons les physiologistes se livrer à l'étude des faits, pour en déduire, avec prudence, des lois raisonnées qui remplacent des théories variables et hasardées; nous voyons enfin les zoologistes étudier et décrire les espèces avec plus de soin, et la classification, se basant sur des caractères naturels, appeler à son aide l'étude des mœurs, et celle de l'anatomie.

Il existe cependant un écueil qui, signalé par plusieurs

naturalistes, et en particulier par M. Cuvier, n'en continue pas moins à être dangereux à plusieurs, surtout aux entomologistes. Je veux parler de la multiplicité des genres nouveaux. Le nombre de ces genres basés sur des caractères peu importans, n'étant nullement en harmonie avec les mœurs, va en s'accroissant d'une manière prodigieuse, et il est à craindre que la légèreté de quelques naturalistes ne finisse par hérisser l'entomologie de difficultés aussi réelles que celles qu'elle avait à craindre avant l'introduction des classifications actuelles.

Pour mettre de l'ordre dans ce résumé je distinguerai deux parties ; la première comprendra l'anatomie et la physiologie ; la seconde la zoologie proprement dite, dans laquelle je serai encore appelé à établir quelques subdivisions.

I. *Anatomie et Physiologie.*

La grande discussion théorique, soulevée au sein de l'Académie des Sciences de Paris sur l'unité ou la diversité de *composition organique*, a continué pendant l'année 1832 à donner naissance à des travaux remarquables. Les deux illustres zoologistes entre lesquels la lutte s'était engagée, ont successivement présenté le résultat de leurs recherches. Parmi les objets qui ont été discutés, un des plus importans a été les *progrès de l'ossification dans le sternum des oiseaux*. M. Cuvier (car la mort n'avait pas encore frappé, au commencement de l'année, l'illustre chef de la zoologie), avait cherché à démontrer la diversité de composition dans le sternum; il citait comme argument les canards, étudiés dans les dif-

férentes époques de leur vie, et dans lesquels on ne trouve que deux centres d'ossification pour le sternum, tandis que les gallinacés, regardés par Geoffroy comme le type normal, ont cet organe composé de cinq pièces osseuses. Selon M. Cuvier, les formes du sternum ne sont pas les produits de l'ossification, mais elles existent déjà avec leurs modifications à l'état de cartilage. A ces argumens M. Geoffroy a répondu qu'il trouvait les cinq pièces sternales dans les oiseaux aquatiques comme dans les autres; qu'à la vérité l'ossification commençant plus tard et finissant plus tôt que dans les gallinacés, il était plus difficile de saisir le moment où ces points d'ossification sont déjà visibles et pas encore réunis. Dès lors la discussion a dû porter sur l'existence de ces cinq pièces et sur leur analogie avec celles des gallinacés; mais la nature de cet extrait m'empêche d'entrer dans ces détails. Il ne m'appartient point d'émettre ici une opinion sur ces grandes questions, qui réclament, pour être résolues, des faits nombreux et positifs; j'ai dû me borner à signaler le point où la discussion s'était arrêtée.

Un autre travail entrepris dans le même but par M. Geoffroy St.-Hilaire, est la *comparaison de l'os hyoïde*, dans les quatre classes de vertébrés. Ce mémoire (1) est accompagné d'un tableau lithographié, renfermant des figures de l'os hyoïde dans un certain nombre d'espèces de chaque classe; chaque pièce de cet os est marqué de la même couleur dans la série, afin de pouvoir être facilement reconnue. M. Geoffroy se réfère en grande partie

(1) *Nouvelles Annales du Muséum d'Hist. Nat.* T. I, p. 321.

à sa *Philosophie anatomique*, dont ce mémoire n'est qu'une confirmation et un complément.

Aux lois sur la composition organique se lient intimément celles sur le développement des organes des animaux, et en particulier la *doctrine de l'Épigénèse*, ou loi générale des formations de la circonférence au centre, établie par M. Serres dans sa belle anatomie comparée du cerveau. Le même auteur a publié cette année de nouvelles recherches sur les monstruosités (1), cherchant à déduire de là les lois de formation et à confirmer celles qu'il avait précédemment établies. Ces recherches ont été faites sur la fille bicéphale, connue sous le nom de *Ritta-Christina*.

Cette étude des monstruosités considérées comme soumises aux mêmes règles que l'état normal, a été envisagée d'une manière générale par M. Isidore Geoffroy St.-Hilaire, qui a publié le premier volume d'un ouvrage sur les *Anomalies de l'organisation* (2). Dans ce travail l'auteur a décrit un grand nombre de cas de monstruosités classées d'après les principes de la Philosophie anatomique, et en a tiré d'importantes conséquences sur les lois qui régissent l'organisation animale à l'état normal.

On doit au même auteur un mémoire (3) anatomique et zoologique sur les *variations de la taille dans les Mam-*

(1) *Recherches d'Anatomie Transcendante et Pathologique*, 1 vol. in-4°. Paris 1832.

(2) *Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation dans l'homme et les animaux*. In-8° avec atlas. Paris 1832.

(3) *Les Annales des Sciences Naturelles* T. XXVI, p. 82, renferment un extrait de ce mémoire par M. le Dr. Roulin.

misères et les races humaines. M. Isidore Geoffroy est arrivé à de nombreuses lois intéressantes pour la classification et la géographie zoologique. Il a trouvé que dans les genres naturels, la taille varie peu d'une espèce à l'autre, et qu'en général les limites de cette variation sont plus rapprochées dans une famille ou un ordre établis sur de bons caractères, que lorsque ces divisions ont été fondées sur des circonstances plus ou moins artificielles. Si l'on considère les espèces relativement à leur position sur le globe, on verra qu'en général le maximum de taille est dans les genres aquatiques, et le minimum dans les genres ailés ou vivant sur les arbres; les grandes espèces habitent les continens, les moindres les îles, les espèces montagnardes sont en général plus petites que celles de la plaine. Quant à la latitude, on remarque dans les deux hémisphères le maximum au midi et le minimum au nord. Dans les mammifères les variations individuelles sont renfermées dans des limites beaucoup plus étroites que celles de race; mais le contraire a lieu pour l'homme, car les variations entre les races humaines sont moindres que les variations individuelles. Les plus grandes races humaines appartiennent à l'hémisphère austral. Les lois renfermées dans ce mémoire s'appliquent plus spécialement aux mammifères et à l'homme, ainsi que son titre l'indique; elles seraient de moins en moins rigoureuses à mesure qu'on descendrait dans la série.

Le principal ouvrage qui ait été publié cette année sur l'*Anatomie descriptive* est celui de MM. Bourgery et Jacob (1).

(1) *Traité complet de l'Anatomie de l'homme*, contenant la médecine opératoire, par MM. Bourgery et Jacob; avec pl. lith. In-4°.

Ce bel ouvrage, conçu sur un plan analogue à celui de Jules Cloquet, est destiné à donner, au moyen de planches lithographiées, une représentation de tous les organes du corps humain.

De nombreux mémoires ont eu pour objet l'ostéologie humaine et comparée. M. Geoffroy St.-Hilaire a découvert dans la face un nouvel os (1), qu'il a trouvé distinct chez quelques jeunes sujets humains et dans les ovipares; cet os étant placé entre le jugal et la longue portion suboculaire du maxillaire, concourt à la composition du plancher de la fosse orbitaire et a été nommé *Ad-orbital*. M. Arnold a étudié avec plus de soin qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent les canaux du temporal (2). Dans un beau mémoire sur l'anatomie des Braticiens (3), M. Dugès a cherché à établir l'analogie de l'épaule et du bassin; il a aussi montré que le *para cotyléal* de Serres, point d'ossification distinct trouvé dans la cavité du bassin, n'est pas l'analogue du *marsupial*, car on trouve quelquefois ces deux os dans la même espèce. On sait que l'analogie des pièces osseuses des opercules des branchies des poissons avec les os des autres vertébrés a été contestée et soutenue; M. Éd. Eichwald, professeur à Wilna, a essayé une nouvelle détermination (4) de ces organes, à la suite de recherches

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 96.

(2) *Sur le canal* Tympanicus *et le* Mastoïdeus. (*Zeitschrift für Physiologie.* T. IV, p. 283.)

(3) *Les Annales des Sc. Nat.*, T. XXV, p. 211, renferment un rapport de M. Cuvier sur ce mémoire.

(4) *Isis*, 1832, p. 858.

sur leur composition. M. Walter Adam a inséré dans les Transactions de la Société Linnéenne (1) un mémoire descriptif sur l'ostéologie du chameau. Il a donné avec une exactitude minutieuse toutes les dimensions de chaque os, et les a arrangés en tableaux méthodiques, dans le but de montrer les rapports des os entr'eux et les aberrations dans les proportions normales d'une espèce, ainsi que l'inégalité du côté droit et du gauche.

Parmi les travaux qui ont eu pour objet la structure des nerfs, il faut distinguer quelques observations de M. Flourens, faisant partie d'un mémoire sur la tortue franche, qu'il a présenté à l'Académie des Sciences (2). Cet animal présente ceci de remarquable, que les renflemens de la colonne épinière ne correspondent point aux origines des nerfs, mais que ceux-ci naissent au contraire des parties situées entre ces renflemens.

M. Ozanam, doyen des médecins à l'Hôtel-Dieu, a aussi présenté à l'Académie un mémoire sur l'*entrecroisement des nerfs optiques* et les conséquences physiologiques qui en découlent. Enfin une lettre de Scarpa à Weber (3) renferme des observations intéressantes sur les ganglions des nerfs et l'origine du grand intercostal.

La physiologie du système nerveux a été étudiée par le Dr. Marshall Hall (4); quelques expériences sur des grenouilles et des tortues, vivantes et mortes, lui ont

(1) *Transactions of the Linnean Society*. Tome XVI, p. 525.

(2) 25 juin 1832.

(3) *Annales de médecine de Milan*.

(4) *Procedings of the Zoological Society*. 1832. Part. 2, p. 190.

paru indiquer une nouvelle propriété de ce système, appartenant aux nerfs de sensibilité et aux nerfs moteurs et distincte, suivant lui, de la sensation et du mouvement volontaire. Suivant cet anatomiste, les nerfs de sensibilité sont impressionnables dans une partie qui aurait été séparée de l'animal ; des mouvemens semblables aux mouvemens volontaires suivent ces impressions, mais la présence de la moëlle épinière est essentielle comme centre et comme servant de chaînon entre les nerfs sensibles et les nerfs moteurs.

Les membranes transparentes de l'œil ont fourni le sujet d'un ouvrage à F. G. J. Henle ; cet anatomiste a étudié avec un grand soin ces parties et en particulier la membrane pupillaire. M. Fielding a trouvé dans le même organe une membrane nouvelle (1) qui est située derrière la rétine et en connexion avec elle ; elle est d'une nature différente que le *pigmentum nigrum* et colorée en bleu ou en vert, ce qui lui a fait donner le nom de *membrana versicolor*. Le phénomène de la vision a été étudiée par M. Fearn (2) qui l'a analysé principalement sous le point de vue physique et d'après les principes de la dioptrique, et par le Dr. Roget (3) qui l'a envisagé à la fois sous le point de vue physiologique et psychologique.

L'organe auditif sur lequel on a tant écrit et dont on connaît si peu l'histoire, a fixé l'attention de M. Esser

(1) *Reports of the British Associations*. 1832, p. 592.
(2) *A rationale of the Laws*, etc. 1 vol. in-8°.
(3) *London Medical Gazette*, mai 1832 ; et à part in-8°.

de Cologne (1); cet anatomiste a combattu l'opinion de ceux qui croient que la forme du tympan influe sur la perception des sons graves et aigus; suivant lui la principale fonction de cet organe est de s'opposer à l'impression trop forte de l'air et des sons. Les différentes autres parties de l'oreille interne et externe ont été décrites avec un grand détail par M. Esser.

M. Breschet a présenté à l'Académie des Sciences de Paris, divers mémoires (2) sur l'ouïe des poissons; il y décrit l'oreille d'un grand nombre de ces animaux qu'il rapporte à cinq types principaux ; il y a des poissons dans lesquels l'organe auditif se réduit à une poche, contenant au milieu d'un liquide une concrétion pierreuse (*lamproie*); dans d'autres, cette poche a des ouvertures dont les unes sont fermées par des cloisons et les autres béantes à l'extérieur (*chimères*, *raies*); les *squales*, *lamies*, *mormyres*, etc., ont de simples fenêtres vestibulaires fermées par des expansions membraneuses ou des rudimens de la chaîne osseuse des animaux supérieurs; la plupart des poissons *osseux* ont deux poches vestibulaires et trois canaux semi-circulaires sans communication à l'extérieur; enfin les *cyprins*, *clupes*, *spares*, *silures*, etc., ont une communication plus ou moins libre avec la vessie aérienne.

L'organe du tact, considéré spécialement dans les pois-

(1) *Archives générales de Médecine*, et *Annales des Sciences Nat.* T. XXVI, p. 1.

(2) Voyez un rapport de M. Duméril. *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 309.



sons, a fourni le sujet de diverses observations au célèbre Treviranus (1). Les raies ont des deux côtés du corps, près des ouvertures des ouïes, des vésicules renfermées dans une capsule commune où se rend une branche du *nerf trijumeau*; un organe analogue existe chez les requins, et cette branche nerveuse se comporte d'une manière analogue à celle qu'on observe à la base des barbes de la taupe. Treviranus regarde ces organes comme servant au tact.

M. Frédéric Cuvier a continué ses recherches sur les tégumens de la peau (2), il s'est en particulier occupé des poils et a pris comme exemple l'épine du porc-épic. Il est arrivé à cette conclusion, que les poils se développent de la même manière que les plumes; l'appareil excréteur est composé d'une *gaine externe* formée de deux membranes qui finissent par se réunir entr'elles et avec le derme et d'une *bulbe* rouge, striée, qui remplit la gaine. Cette bulbe sécrète la matière spongieuse centrale, et la membrane interne de la gaine dépose la matière cornée. La forme de ces deux organes explique celle des divers poils. Les organes accessoires sont une cellule et une cavité adipeuses, et une cavité folliculaire.

M. le Dr. Rousseau, chef des travaux anatomiques au Jardin des Plantes de Paris, a ajouté à l'anatomie comparée la connaissance d'un nouveau cartilage du larynx (3)

(1) *Zeitschrift für Physiologie*. Vol. IV, p. 168.

(2) *Nouv. Annales du Muséum*, T. I, p. 409. Ce mémoire a été lu à l'Institut en 1827, mais n'a paru qu'en 1832, c'est pourquoi j'ai cru devoir l'indiquer.

(3) *Annales des Sciences Naturelles*, T. XXVI, p. 205.

qu'il nomme *sur Crico-Arythénoïdien.* Ce cartilage qui est tantôt pair, tantôt impair, manque à l'homme et se trouve dans plusieurs animaux. M. Bennati a continué à ajouter quelques observations à ses travaux sur la voix humaine.

Parmi toutes ces recherches anatomiques et physiologiques, il faut placer au premier rang la série d'expériences faites par M. Flourens sur la rumination (1). Nous ne pouvons pas suivre ici dans leur détail les procédés ingénieux employés par ce savant physiologiste, nous nous bornerons à jeter un coup-d'œil sur les résultats auxquels il est parvenu. A la première déglutition, les alimens vont en grande partie à la panse, en petite quantité au bonnet, et ne vont pas aux deux autres estomacs; mais après la rumination, ces mêmes alimens ne vont plus qu'en partie aux deux premiers estomacs, et se rendent directement au feuillet par le demi-canal de l'œsophage; M. Flourens n'attribue cette différence qu'à la plus grande division des alimens après la rumination. Quant à la rejection par laquelle ils remontent à la bouche pour être ruminés, c'est à tort que Daubenton croyait que les pelottes sont formées par le bonnet; voici comment se passe le phénomène : Les pelottes sont formées par le demi-canal entre les bords duquel les deux premiers estomacs poussent des alimens, ce demi-canal en se contractant, rapproche les deux ouvertures du feuillet et de l'œsophage; ces deux ouvertures fermées à ce moment saisissent une partie des alimens, et forment des

(1) *Annales des Sciences Naturelles*, T. XXVII, p. 34.

pelottes détachées, rondes, d'environ un pouce de diamètre, qui une fois formées, remontent l'œsophage que lubréfie une abondante salive.

Le même auteur a cherché à démontrer dans un mémoire présenté à l'Institut (1) que la loi de symétrie, qui préside en général à tous les systèmes du corps, est aussi applicable aux organes vitaux et nutritifs qui paraissent au premier coup-d'œil s'y soustraire.

Les organes de la nutrition ont encore été l'objet de quelques travaux spéciaux parmi lesquels il faut mentionner un mémoire de M. Lund (2) qui a trouvé chez l'*Urubu* (oiseau de proie) une ouverture au jabot, d'un diamètre tel qu'on peut y passer le doigt, et dont l'usage est encore inexpliqué, et des recherches de M. John Morgan (3) sur l'anatomie des organes de la déglutition dans l'*Hydrochœrus capybara*.

MM. Edwards et Balzac ont étudié (4) les propriétés de la gélatine; ils ont trouvé que cette substance est nutritive, mais insuffisante pour soutenir seule la vie; une addition de bouillon, même en petite quantité, la rend susceptible de fournir une nutrition complète.

M. Broughton s'est occupé de l'influence des divers gaz sur la respiration (5); M. Brooker a décrit une singulière compression de la trachée artère dans le *Tantalus* d'É-

(1) 16 juin 1833.

(2) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 333.

(3) *Trans. of the Linn. Society.* Vol. XVI, p. 465.

(4) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 318.

(5) *Reports of he British Associations*, 1832, p. 590.

gypte (1); Sir Astley Cooper a présenté à l'Académie des Sciences de Paris (2) un mémoire sur l'anatomie du *Thymus*; cet organe est composé de deux parties distinctes dont chacune forme une sorte de chapelet, on y trouve aussi un réservoir doublé d'une membrane muqueuse. On sait que l'usage du thymus a jusqu'à présent été inconnu, M. Cooper croit qu'il sépare du sang de la mère un fluide nutritif, qui joue dans le fœtus le rôle que jouera plus tard le chyle en se mêlant au sang veineux.

De nouvelles observations de M. Müller (3) ont eu pour but de prouver, que dans le sang ce ne sont pas les globules qui contiennent la fibrine, mais que celle-ci est dissoute dans le sérum.

M. Flourens a découvert dans la grenouille une véritable contraction propre des veines, ou pouls veineux indépendant de la contraction de l'oreillette, cette nouvelle force était nécessitée par le peu de puissance du cœur et parce que les artères n'ont pas de battement sensible. L'opinion d'une oreillette unique dans le cœur des Batraciens a été ébranlée, à la fois, à Paris par Martin St. Ange, et en Allemagne par Weber (4). Ces anatomistes ont trouvé une cloison intérieure qui partage l'oreillette en deux cavités distinctes quoiqu'à l'extérieur elle paraisse unique.

L'histoire du fœtus, et en particulier l'examen des membranes qui l'enveloppent, a été l'objet des recherches de

(1) *Trans. of the Linn. Society*. T. XVI, p. 499.
(2) 4 juin 1833.
(3) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 222.
(4) *Zeitschrift für Physiologie*. Vol. IV, p. 274.

M. Breschet. Ce savant anatomiste a établi (1) qu'il se forme dans l'utérus après la fécondation, une poche membraneuse qu'il nomme *périone primitif*; cette poche fermée de toutes parts, contient un liquide (*hydropérione*), et enveloppe l'ovule de tous côtés à son arrivée, formant ainsi le *périone réfléchi*. L'hydropérione se trouve par là entre les deux périones, mais cesse d'exister quand le placenta commence à paraître; il sert à la nutrition de l'embryon, pendant les premières phases de la vie utérine. M. Martin St. Ange a aussi étudié le fœtus; mais sous le point de vue de la circulation du sang; il a publié un tableau (2) qui, renfermant un texte et des figures, est propre à donner une idée claire de cette fonction. M. Fohman, professeur à Lüttich, a publié quelques observations sur les veines nutritives du *placenta* et du *cordon ombilical* dans l'homme (3).

M. Burdach (4) a considéré d'une manière générale l'enveloppe de l'œuf, qu'il a nommée *nidamentum*; il en distingue trois sortes : les cavités ouvertes, ou nids; les cavités fermées homogènes, ou masses nidiformes, tels que le frai; et les membranes du nid et poches à œufs.

M. John Morgan (5) a décrit les premiers jours de la vie extra-utérine des jeunes Kanguroos; lorsque ces ani-

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 160.

(2) *Anatomie analytique de la circul. du sang dans le fœtus.* Une feuille. Paris 1832.

(3) *Zeitschrift für Physiologie.* Vol. IV, p. 276.

(4) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 211.

(5) *Trans. of the Linn. Society.* Vol. XVI, p. 455.

maux viennent de naître, ils n'ont pas encore à leur disposition les pis de la mère, car ceux-ci ne se développent qu'au bout de quelques jours; mais chacun des quatre pis existe avant son apparence extérieure, sous la forme d'un canal membraneux folliculaire, terminé par un mammelon saillant et formant un point permanent de communication entre la bouche du petit et la glande lactifère de la mère.

Si des vertébrés nous passons aux invertébrés nous trouverons encore des travaux importans, destinés à éclaircir leur organisation, dont quelques points sont encore si peu connus. Quelques-unes de ces recherches ont eu pour objet l'histoire du développement des mollusques; ainsi le célèbre anatomiste Carus a étudié avec un grand soin les diverses phases de la vie des Moules de rivières (1). Il y a long-temps qu'on avait remarqué sur les branchies de ces animaux de petits mollusques à coquille bivalve, et on les avait décrits comme les embryons des Moules; Jacobson avait cherché à établir qu'ils n'étaient point des embryons, mais bien des mollusques parasites appartenant à une espèce distincte qu'il nommait *Glochidium parasitum*. Le résultat des recherches de Carus a été que ces animaux sont bien les jeunes individus de l'espèce sur laquelle on les trouve; les œufs abandonnent l'ovaire par un double oviducte et pénètrent entre la masse intestinale et la base des branchies, leur passage de là à l'extérieur des organes respiratoires ne peut s'expliquer que par le mouvement continu quoique peu prononcé

(1) *Nov. Acta Acad. Nat. Cur. Bonnæ*, T. XVI, p. 1.



de ces organes. Là leur jaune se forme et l'embryon subit un mouvement de rotation (analogue à celui qu'on remarque dans les limaçons) pendant lequel il se forme de plus en plus, puis rompt le Chorion; sa coquille d'abord triangulaire finit par s'arrondir.

M. Cuvier a observé l'œuf des seiches (1); le jeune individu est nourri par le passage immédiat de la matière du vitellus dans le canal intestinal, sans le secours d'un organe de respiration; loi commune à tous les animaux à branchies. Le cordon ombilical aboutit à l'anneau cartilagineux qui porte les tentacules et s'unit à l'œsophage pour entrer avec lui dans la cavité abdominale et traverser le foie.

Les œufs du limaçon ont été décrits par M. Turpin (2), ils sont composés de deux enveloppes membraneuses très-minces, d'une cicatricule et d'une liqueur albumineuse; ils ne renferment rien d'analogue au jaune des oiseaux; plus tard l'enveloppe de l'œuf devient opaque, ce qui est dû à une grande quantité de molécules de carbonate de chaux qui se déposent en se cristallisant sous la forme rhomboëdrique, sur toute la face de la paroi interne de l'enveloppe extérieure.

Treviranus a étudié la reproduction des sangsues (3); il a trouvé dans la sangsue médicinale, que les vésicules situées des deux côtés de l'estomac, et qu'on avait prises

(1) *Nouv. Ann. du Museum.* T. I, p. 153; et *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 69.

(2) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 426.

(3) *Zeitschrift für Physiologie.* Vol. IV, p. 162.

pour testicules sont en réalité les ovaires, et que les testicules sont ces organes, situés des deux côtés de la verge, qu'on avait pris pour des épididymes. L'hermaphroditisme est donc complet dans cet animal, les œufs passent des ovaires dans les testicules et y sont fécondés. Dans la sangsue commune l'hermaphroditisme existe encore, mais l'animal ne peut pas se féconder lui-même. M. Wagner (1), a aussi présenté quelques faits sur le même sujet.

L'anatomie des insectes s'est enrichie d'un nouvel ouvrage du célèbre Lyonnet (2), trouvé en Hollande par M. Haahn. Cet ouvrage contient l'anatomie d'un grand nombre d'insectes, et des recherches sur leurs métamorphoses. La détermination si difficile des parties solides du thorax des insectes, rendue célèbre par les recherches de MM. Audouin et Chabrier, a excité l'attention de Mac Leay (3). Suivant ce naturaliste le thorax parfaitement développé renfermerait 34 pièces, et même 52 si on compte à double les pièces médianes. M. John Blackwall (4) a combattu l'opinion de ceux qui croient que c'est en faisant le vide au moyen de leurs tarses que les mouches et divers autres insectes peuvent marcher sur les surfaces polies, le dos renversé; suivant ce naturaliste, cet effet ne serait dû qu'à une force musculaire.

Treviranus a cherché à vérifier (5) les observations de

(1) *Isis*, 1832, p. 98.

(2) Lyonnet. *Métamorphoses de divers insectes*; 1 vol. in-4°. Paris 1832.

(3) *Zoological Journal*, N° 18; et *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 95.

(4) *Transact. of the Linn. Society*. Vol. XVI, p. 487.

(5) *Zeitschrift für Physiologie*. Vol. IV, p. 181.

MM. Strauss et Müller sur le vaisseau dorsal des insectes et est arrivé à quelques conclusions différentes de celles adoptées par ces auteurs. Il a aussi trouvé un *vaisseau ventral* situé le long du système ganglionaire et dont les usages sont encore inconnus.

La question sur la manière dont s'opère la respiration dans les insectes aquatiques a été singulièrement éclairée par les belles expériences de M. Dutrochet, présentées à l'Académie des sciences, mais qui n'ont été encore publiées que par extraits. Ce naturaliste a observé que toutes les fois qu'un mélange quelconque d'azote, d'oxigène et d'acide carbonique, renfermé dans une cavité à parois perméables, se trouve placé au milieu d'une eau qui tient de l'air en dissolution, il y a à travers les parois de cette enveloppe un passage des gaz de l'intérieur à l'extérieur et réciproquement, jusqu'à ce que la cavité ne contienne plus que de l'oxigène et de l'azote dans les proportions constituant l'air atmosphérique. Le même phénomène se passe en petit dans les insectes aquatiques doués de sacs respiratoires externes, improprement nommés branchies, qui par ce moyen renferment toujours de l'air respirable. Il en est de même des insectes qui sans avoir ces organes externes, ont la faculté de s'environner d'une couche d'air. Parmi les ouvrages plus restreints sur la respiration, il faut compter un mémoire de M. Westvood (1) sur une nouvelle forme d'organes respiratoires dans les *Pranizes* (Crustacés).

En terminant ce qui tient à l'anatomie et à la physio-

(1) *Reports of the British Associations*, 1832, p. 593.



logie, je dois citer quelques mémoires plus spéciaux concernant des familles, ou même des genres ou espèces. Telles sont les recherches de M. Latreille sur les organes extérieurs des *Thysanoures* (1), le mémoire de M. Wagner, sur la structure et le développement des *Infusoires* (2), et celui de Treviranus sur l'*Acarus nigua* (3), à qui la forme de son bec allongé et armé de pointes recourbées en arrière permet de pénétrer dans les chairs des animaux; mais en même temps cette organisation empêche qu'on puisse l'en retirer autrement que par lambeaux.

II. *Zoologie proprement dite.*

Je comprends sous ce titre tout ce qui a trait à la classification, à la description des espèces, à l'histoire de leurs mœurs et à la géographie zoologique. Quelques subdivisions seront nécessaires pour introduire un peu d'ordre dans ce résumé. Pour cela je distinguerai les ouvrages généraux et les ouvrages spéciaux, et parmi ces derniers je ne suivrai pas d'autres divisions que celles résultant des classes auxquelles ils se rapportent.

§ 1. *Ouvrages généraux.* La zoologie est déjà si vaste qu'on ne voit apparaître que rarement des ouvrages qui embrassent la classification de tous les animaux. Quelques observations du prince C. L. Buonaparte sur le règne

(1) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. I, p. 161.

(2) *Isis*, 1832; p. 593.

(3) *Zeitschrift für Physiologie.* V. IV, p. 185.

animal de Cuvier, peuvent rentrer dans cette division; il faut aussi citer avec éloges les tableaux du règne animal de M. Comte, où, sous une forme élégante et claire, les caractères zoologiques sont analysés au moyen d'une phrase concise et expliqués par une figure gravée.

L'Iconographie du règne animal (1), par M. Guérin, destinée à servir de complément à l'ouvrage de M. Cuvier, et qui doit renfermer une figure de presque tous les genres, est une entreprise d'une utilité majeure. Ces planches sont exécutées avec une grande perfection, comme tout ce qui est dû à l'habile pinceau de M. Guérin; leur publication se poursuit avec rapidité. Le même auteur a établi un Magasin de zoologie (2), ouvrage très-utile pour recueillir les descriptions de genres et d'espèces nouvelles, qui étaient autrefois inédites dans les collections, ou décrites dans des ouvrages hors de la portée de la majeure partie des naturalistes.

Parmi les ouvrages descriptifs je citerai en première ligne les beaux voyages autour du monde, qui pourraient aussi appartenir à la division de la géographie zoologique, mais qui se rapportent plutôt à celle-ci à cause de l'étendue des pays parcourus. La partie zoologique de l'un de ces voyages (celui de M. Duperrey) a été rédigée par MM. Lesson et Garnot, et celle de l'autre (M. d'Urmont d'Urville) est due à MM. Quoy et Gaymard qui y ont consigné un grand nombre d'observations intéressantes, principalement sur les invertébrés mous.

(1) Guérin. *Iconographie du règne animal.* In-8°, chez Baillière.

(2) Guérin. *Magasin de zoologie*, in-8. (2e année), 1832. Paris. (Continue.)

Les Centuries zoologiques (1) de M. Lesson, et les Illustrations de zoologie (2) du même auteur sont aussi de beaux ouvrages iconographiques. MM. Emprich et Ehremberg ont, sous le titre de *Symbolæ physiçæ*, publié des descriptions de mammifères, oiseaux et insectes. Enfin MM. Bennet, Horsfield, etc. (3) ont décrit beaucoup de mammifères, oiseaux, poissons, etc.

§ 2. *Mammifères*.— MM. Fréd. Cuvier et Geoffroy St.-Hilaire ont continué leur grande histoire naturelle des mammifères, trop connue pour qu'un éloge en soit nécessaire. Le dernier de ces auteurs a fait quelques recherches zoologiques et archéologiques (4) sur la détermination de quelques animaux sculptés de l'ancienne Grèce, introduits dans un monument historique provenant du temple de Jupiter à Olympie; suivant M. Geoffroy, le taureau qui y est figuré est l'Aurochs, le lion est la variété de Syrie, et le sanglier est le commun.

Les naturalistes anglais ont décrit beaucoup de nouveaux mammifères, mais les bornes de ce travail me forcent de renvoyer aux divers journaux publiés à Londres (5). M. Isidore Geoffroy a aussi enrichi le Magasin de zoologie de Guérin de plusieurs mammifères nouveaux.

Une nouvelle variété de l'espèce humaine a été signa-

(1) Lesson. *Centurie zoologique*. In-8°, par livr. Paris. Levrault.

(2) Lesson. *Illustrations de Zoologie*. Idem.

(3) *Procedings of the Zoological Society*.

(4) *Nouv. Ann. du Muséum*. 1832.

(5) Voyez en particulier les *Procedings of the Zoological Society*. In-8°.

lée par M. Dureau de la Malle (1); elle est caractérisée par la hauteur constante du trou auriculaire et la dépression des temporaux, et est un démembrement de la race caucasique, sa patrie doit lui faire donner le nom de *race égyptienne*.

M. Fréd. Cuvier a publié un essai de classification naturelle des vespertitions (2); il a surtout étudié l'oreille, soit physiologiquement, soit relativement aux caractères zoologiques qu'elle peut fournir. Je dois encore indiquer le mémoire du même auteur sur les genres *Graphiure* et *Cercomys* (Rongeurs), celui de M. Gray sur le genre *Paradoxure*, et celui de M. le Dr. Rousseau sur le *Chinchilla* (3).

La question de savoir si l'ornithorinque pond des œufs, ou si les petits naissent vivans; et si cet animal a ou non des glandes mammaires, n'est pas encore résolue (4). Deux nouveaux mémoires ont été publiés en Angleterre; l'un de M. H. Lauderdale Maule (5), semble faire croire que l'ornithorinque pond des œufs et en même temps qu'elle allaite ses petits; l'autre de M. Owen (6) s'occorde avec celui-ci sur l'existence des glandes mammaires.

M. Petit Radel a fait quelques recherches historiques (7)

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 396.

(2) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. I, p. 1.

(3) *Ann. des Sc. Nat.*

(4) Cette discussion a été reprise en 1833 entre MM. Geoffroy Saint-Hilaire et de Blainville et est encore pendante.

(5) *Procedings of the Zool. Society.* 1832, p. 145.

(6) *Idem.* p. 179

(7) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 455.

sur l'introduction des buffles en France au douzième siècle. Ces animaux ont été employés à cette époque pour l'agriculture, par les moines de l'abbaye de Clairvaux.

M. Dureau de la Malle (1) a étudié l'histoire du genre cheval. Il a reconnu que le Dziggetai était connu des Grecs et avait été domestiqué en Asie; l'allure du *pas relevé* a été, suivant lui, donnée au cheval dans l'espace de temps compris entre les Romains et notre époque, et cette faculté se transmet maintenant par la génération. Les anciens possédaient quatre races de chevaux; il paraît qu'en outre ils connaissaient l'onagre et le zèbre.

§ 3. *Oiseaux*. — M. Isidore Geoffroy St. Hilaire a fait des recherches sur la valeur des caractères usités en ornithologie (2), il a pesé leur plus ou moins d'importance pour distinguer les genres, les familles et les ordres, et a appliqué ces principes à la détermination de plusieurs genres nouveaux.

De beaux ouvrages iconographiques ont été publiés sur cette branche brillante de la zoologie; MM. Temminck et Laugier ont continué leur recueil de planches coloriées, M. Werner son Atlas des oiseaux d'Europe (3) et M. Lesson la collection de ses oiseaux mouches et colibris (4). Les zoologistes anglais se sont beaucoup occupé des oiseaux, MM. Smith, Vigors, Gould, etc., ont donné de nombreuses notices sur ces animaux, souvent accompa-

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 1.

(2) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. I, p. 357.

(3) Werner. *Atlas des Oiseaux d'Europe.* In-8°, par livr. Paris.

(4) Lesson. *Trochilidées.* In-8°, par livr. Paris.

gnées de belles planches ; nous aurons occasion de revenir sur quelques-uns de ces ouvrages en parlant des Faunes. Je dois plus spécialement mentionner ici les planches de Perroquets (1), publiées par M. Lear, commencées en 1830 et finies en 1832. En Allemagne il faut remarquer les ouvrages de MM. le Capit. Kittlitz (2), Graba, avocat à Kiel (3) et Brehm (4).

§ 4. *Reptiles*. La classification de ces animaux a été étudiée avec un grand détail par le professeur Müller de Bonn (5). Les quatre ordres établis par M. Brongniart et qui ont été si long-temps la base de l'erpétologie, ont été attaqués par lui. Ce naturaliste, frappé de la dissemblance qui existe entre les divers genres de Batraciens, en a conclu qu'il fallait ériger cet ordre en sous-classe et que les Reptiles dès-lors devaient être divisés en *Squamata* (Chéloniens, Sauriens, Ophidiens), et *Nuda* (Batraciens). Dans les Nuda il place les Cécilies, rangées par M. Cuvier dans les Serpens ; mais M. Müller a découvert chez les jeunes individus de ce genre des ouvertures branchiales. Il sépare des Serpens, à l'exemple de M. Duméril, les Orvets pour les réunir aux Lézards, et y joint les Acontias. Ce mémoire est plein de faits intéressans et de déductions faites avec un esprit très-philosophique.

M. Duvernoy s'est occupé (6) de la distinction des serpens venimeux d'avec les non-venimeux ; il a reconnu

(1) Lear. *Illustrations of the family of Psittacidæ*. London, fol.
(2) (3) et (4) *Isis*. 1832.
(5) *Zeitschrift für Physiologie*. Vol. IV, p. 190.
(6) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 113.

que, parmi ceux qu'on regarde généralement comme non venimeux, il en est qui ont dans la série des maxillaires, une ou deux dents plus grosses, séparées et creusées d'un sillon; ces espèces sont venimeuses. M. Duvernoy les désigne sous le nom de serpens *venimeux à crochets postérieurs*.

M. J.-Edw. Gray publie un synopsis des Reptiles (1), dont il n'a encore paru que la première partie, renfermant la description des Tortues, Crocodiles et Enalio-Saurus. Nous devons aussi à notre compatriote, M. Schinz de Zurich, un ouvrage iconographique sur les Reptiles. M. Müller a établi (2) trois nouvelles familles dans les Batraciens, d'après l'organisation de l'oreille; la première famille (*Pipa*, etc.) a le vestibule tout osseux, recouvert par un couvercle osseux; la seconde (presque tous les Batraciens) a le vestibule et le tympan membraneux; la troisième (*Bombinator igneus*) manque de tympan, de vestibule et de trompes d'Eustache.

§ 5. *Poissons*. — La grande Histoire des Poissons de MM. Cuvier et Valenciennes a continué à paraître. La mort de M. Cuvier n'arrêtera pas ce beau travail; déjà le 9me volume a été publié depuis. Fidèle à la marche tracée pour l'ouvrage, et ayant à sa disposition les notes de M. Cuvier et les belles collections du Muséum, son savant collaborateur M. Valenciennes continuera cette entreprise dont la cessation aurait été une grande perte pour la science.

(1) Edw. Gray. *Synopsis Reptilium, or Short Description*, etc.
(2) *Isis*. 1832, p. 536.

A côté de ce grand ouvrage nous ne trouvons guère que des descriptions d'espèces, insérées par MM. Cuvier ou Valenciennes dans les Nouvelles Annales du Muséum, par M. Reuss dans l'Isis, etc. Nous devons cependant mentionner plus spécialement une monographie des Torpilles présentée à l'Académie des Sciences de Paris, par M. d'Olfers, Ministre de Prusse en Suisse; quelques détails sur le saumon par M. Knox (1) et un petit ouvrage de M. Janière sur les poissons vénéneux de la Guadeloupe (2).

§ 6. *Mollusques.* — M. de Férussac a continué à donner quelques livraisons de son Histoire naturelle des mollusques, ouvrage connu par la beauté de son exécution. M. Valenciennes a rédigé tout ce qui tient à ces animaux dans le recueil d'observations zoologiques faisant partie du voyage de M. A. de Humboldt.

M. George de Martens (3) a étudié l'ordre des tours de spire dans les coquilles terrestres; il les a comparées ensemble et a établi que leur forme normale est un cône dont la base est à l'ouverture et qui s'enroule sur lui-même.

Le genre des *Pourpres* a été l'objet de deux monographies, l'une de M. de Blainville (4), où ce savant décrit un grand nombre d'espèces nouvelles du Musée de Paris, l'autre de M. Duclos (5), qui a réuni quelques petits genres à celui des Pourpres et qui l'a partagé en tribus pour faciliter l'étude des espèces.

(1) *Reports of the British Associations.* 1832, p. 387.
(2) 1 vol. in-8°. Nantes, 1832.
(3) *Nova Acta Ac. Nat. Cur.* Bonnæ. Vol. XVI, p. 177.
(4) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. I, p. 189.
(5) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV.

Plusieurs naturalistes ont publié des travaux spéciaux sur des genres et des espèces, parmi lesquels je citerai une notice de M. Sander Rang sur la *Galathée* (1), une monographie du genre *Colombelle* par M. Duclos (2), quelques recherches sur l'*Ancylus fluviatilis* par M. Tréviranus (3), une histoire des *Salpa* (4) par M. Meyen, une description de quelques espèces nouvelles de *Rissoa* par M. Michaud (5). On trouvera aussi de nombreuses description d'espèces nouvelles par MM. Cuming, Sowerby, Smith, dans les mémoires de la Société Zoologique de Londres, et d'autres dans le Magasin de zoologie de M. Guérin.

§ 7. *Articulés.* — 1° *Annélides.* MM. Audouin et Milne Edwards ont commencé la publication de leurs travaux sur les Annélides. Ces belles observations doivent faire partie de leurs *Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France* (6) et paraissent provisoirement dans les Annales des Sciences Naturelles. Ces deux auteurs ont étudié plus à fond qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent, les principes de classification, et se basant principalement sur le système des appendices mous, ils sont arrivés à partager les Annélides en quatre ordres, les *A. errantes*, les *tubicoles*, les *terricoles* et les *suceuses*.

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 152.

(2) *Idem*, T. XXVII, p. 166.

(3) *Zeitschrift für Physiologie.* Vol. IV, p. 192.

(4) *Nova Acta Ac. Nat. Cur.* Bonnæ. Vol. XVI, p. 363.

(5) Un vol. in-8° d'une feuille et demie, et une pl. Strasbourg.

(6) In-8°, Paris. Le T. I, renf. l'Introduction au *Voyage à Grandville, aux îles Chaussey et à Saint-Malo.*

Ce travail, accompagné de bonnes figures et rédigé avec talent, contribuera beaucoup à avancer l'histoire de cette classe encore peu connue.

2° *Crustacés*. M. Milne Edwards s'est occupé de l'organisation et de la classification naturelle des Crustacés Décapodes (1); il a établi un troisième type qui devra être intermédiaire entre les Macroures et les Brachyures et qu'il nomme *Anomomoures*. Ce type est composé des *Homoles*, *Dromies*, etc.

Cette classe a du reste été peu étudiée cette année; je dois cependant citer les recherches (2) de M. Zencker, professeur à Iéna, sur la Crevette, la descripion d'un nouveau genre (3) par M. Latreille, et un mémoire de M. Westwood (4) sur les Pranizes.

3° *Arachnides*. M. Latreille a étudié l'organisation et la classification des arachnides quadripulmonaires (5), et décrit quelques espèces nouvelles; MM. Léon Dufour, Audouin, de Théis, Lucas, etc., ont décrit quelques espèces dans les Annales de la Société Entomologique et les Annales des Sciences Naturelles.

Parmi ces travaux spéciaux, il faut remarquer l'intéressante note publiée par M. Audouin (6) sur le nid de la *mygale fodiens*.

(1) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXV, p. 298.
(2 *Isis* 1832, p. 1114.
(3) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. II, p. 23.
(4) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 316.
(5) *Nouv. Ann. du Muséum.*
(6) *Ann. de la Soc. Entomol.* 1833, et séparément une broch. in-8° avec une planche.

4° *Insectes*. Avant que d'entrer dans le détail des nombreux ouvrages destinés à avancer cette belle branche de la zoologie, je dois dire un mot d'une circonstance importante à son développement, j'entends la fondation de la Société Entomologique de France. Cette société inaugurée dans le commencement de l'année 1832, sous la présidence de M. Latreille (président honoraire), n'a pas tardé à voir entrer dans son sein l'élite des entomologistes français et étrangers, en même temps qu'elle recevait avec facilité les jeunes naturalistes. Grâce aux soins de son président M. Serville et de son vice-président M. Audouin, grâce à l'activité et au zèle éclairé de son secrétaire M. A. Lefèbvre, elle a pris un grand accroissement, et les Annales qu'elle publie (1) renferment beaucoup de faits intéressans et des planches exécutées avec un grand soin.

L'entomologie est devenue si vaste que peu d'auteurs l'embrassent dans son entier. Parmi les ouvrages iconographiques, il faut citer en premier lieu ceux publiés en Angleterre, tels que l'*Entomologie Britannique* de Curtis, qui a atteint sa centième livraison, et les *Illustrations of British Entomology* de Stephens, dont il y a déjà plus de cinquante. Ces deux ouvrages sont remarquables pour la beauté des planches. Je dois encore rappeler le *Cabinet entomologique* de Samouelle, dont il a paru quatre livraisons.

L'ordre brillant des Coléoptères attire à lui la plupart des entomologistes. Plus faciles à conserver, possédant des formes et des couleurs moins variables, ces insectes,

(1) Quatre cahiers par an. Paris in-8°. 1re année 1832.

en même temps qu'ils flattent l'œil, offrent bien moins de difficultés que d'autres ordres, dans lesquels souvent des descriptions rares et obscures rendent la distinction des espèces très-pénible. Aussi trouve-t-on de nombreuses descriptions de genres et d'espèces nouvelles de cet ordre dans les Annales de la Société Entomologique, dans le Magazin de M. Guérin et dans d'autres recueils, descriptions dues à plusieurs naturalistes, parmi lesquels on distingue MM. Delaporte, Chevrolat, Aubé, Gory, Guérin, etc. Parmi les ouvrages plus généraux, je citerai la continuation de l'iconographie des Coléoptères de MM. Dejean et Boisduval, ouvrage connu et estimé de tous les zoologistes, une monographie des *Meloë* de MM. Brandt et W. Erichson (1), une revue générique des *Longicornes* par M. Serville (2), une description des *Paussidœ* par M. Westwood (3), et quelques considérations sur la tribu des *Denticrures* (4) (Brachélytres) par M. Latreille.

On doit à M. Gené, professeur à l'Académie de Turin, une monographie des *Forficules* indigènes.

M. Delaporte a publié une revue générale des genres des *Hémiptères homoptères* (5) (punaises, etc.).

M. Brullé s'est occupé de la classification des *Névroptères* (6); il a étudié les parties de la bouche des Libellules aux diverses époques de leur vie. J'ai moi-même fait quel-

(1) *Nova Acta. Ac. nat. cur.* Vol. XVI, p. 101.
(2) *Ann. de la Soc. Entomol.* 1832.
(3) *Transactions of the Linn. Society.* Vol. XVI, p. 607.
(4) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. I, p. 77.
(5) *Magasin de Zoologie de Guérin.*
(6) *Ann. de la Soc. Entomol.* 1832.

ques observations sur les larves jusqu'alors inconnues des *Némoures* et des *Perles* (1).

De nombreux travaux ont eu pour objet les *Hyménoptères*, et l'on a commencé à sentir, pour cette famille, le besoin d'étudier les larves. C'est ce qu'a fait le Dr. Ratzeburg dans un mémoire (2) sur le développement des larves d'hyménoptères privés de pieds, contenant des remarques intéressantes sur le genre fourmi et sur d'autres hyménoptères. M. Vallot a étudié (3) la galle chevelue du gramen et a reconnu que l'insecte qui la produit appartient au genre *Cécydomie*. Parmi les ouvrages de classification et de description nous citerons la monographie du genre *Gorytes* par le Comte Lepelletier Saint-Fargeau (4), celle des *Bombus* de la Scandinavie, par P. W. Brandsten (5); l'histoire des *Diplolépaires* (6), et celle des *Chalcidites* (7) du midi de la France, par M. Boyer de Fons-Colombe, et enfin des descriptions d'Hyménoptères nouveaux par notre compatriote M. Imhoff de Bâle (8).

Un des ordres les plus brillans, et qui partage la vogue avec les Coléoptères, est celui des *Lépidoptères*. M. Dupon-

(1) *Ann. des Sc. Nat.* 1832 et janvier 1833.

(2) *Nova Acta Ac. Nat. Curios. Bonnæ.* Vol. XVI, p. 143.

(3) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 263.

(4) *Ann. de la Soc. Entomol.* 1832.

(5) *Brandsten: Bombi Scandinaviæ monographice tractati. Londini Gothorum.*

(6) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 174.

(7) *id.* *id.* 273.

(8) *Isis*, 1832.

chel a continué ses beaux ouvrages descriptifs (1), faisant suite à celui de Godart; M. Boisduval, étudiant à la fois les insectes parfaits et les chenilles, poursuit avec rapidité ses publications (2). Les Annales de la Société Entomologique contiennent de nombreuses notices sur des espèces ou des genres, dues à MM. Al. Lefebvre, Poey, Villiers, etc.

Les métamorphoses des *Diptères* ont fourni le sujet de quelques observations à MM. Guérin et Brullé; le premier a étudié les larves des *Cératopogon* (3), le second celles des *Xiphura* (4) genre nouveau de Tipulaires.

M. Dugès a fait des recherches sur les caractères zoologiques du genre *Puce* (5); et il a établi que la puce du chien et celle des vespertilions sont différentes de celle de l'homme.

§ 8. *Zoophytes.*— M. S. Hutchburg (6) a étudié la croissance des jeunes madrépores du genre *Fungia*; les vieux perdent la trace de leur attache, mais dans leur jeunesse, ils tiennent au roc par un pédicelle. M. Dugès a décrit (7) un nouveau zoophyte voisin des Botryocéphales sous le nom de *Catenula Lemnæ*. Au reste, les plus beaux travaux sur cette classe sont ceux de MM. Quoy et Gaymard, dont nous avons déjà parlé en traitant des ouvrages généraux.

(1) *Hist. Nat. des Lépidoptères*, in-8°, jusqu'au Tome V.—*Supplément à l'Hist. Nat.* etc.

(2) *Icones historique des Lepidoptères nouveaux*, etc. in-8° et *Collection iconographique*, in-8°.

(3) et (4) *Ann. de la Soc. Entomol.* 1832.

(5) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVII, p. 145.

(6) *Trans. of the Linn. Society.* Vol. XVI, p. 493.

(7) *Ann. des Sc. Nat.* T. XXVI, p. 192.

§ 9. *Animaux fossiles.* — M. Marcel de Serres a fait à l'Académie des Sciences de Paris plusieurs communications sur des cavernes à ossemens, du midi de la France. M. Kaup a publié (1) la description de mammifères fossiles provenant du cabinet de Darmstadt, et quelques notices sur diverses espèces perdues, insérées dans l'Isis. Les recueils périodiques anglais contiennent diverses descriptions d'ossemens antédiluviens. Enfin M. Deshayes a décrit les coquilles fossiles des environs de Paris (2).

§ 10. *Géographie zoologique.* — Cette branche de la science est encore bien en arrière de la géographie botanique; les règles n'en ont pas encore été posées avec quelque certitude; aussi n'y a-t-il, à peu d'exceptions près, à indiquer sous ce chef que des ouvrages descriptifs. L'Isis contient quelques mémoires sur les animaux d'Allemagne, en particulier celui de M. Perty sur la Faune de Munich, et celui de M. Brehm sur les oiseaux des environs de Renthendorf. M. Waltt a recueilli les insectes de l'Espagne et de Cadix (3). La Morée a été explorée par une expédition envoyée par le gouvernement français, et la section des sciences physiques a publié le résultat de ses découvertes sous la direction M. Bory St. Vincent (4).

Le prince Maximilien de Neuwied a publié un bel ouvrage sur l'histoire naturelle du Brésil (5). M. Lacordaire

(1) Un vol. in-4° avec atlas folio, Darmstadt 1832.

(2) Publié par livraison. Paris in-4°.

(3) *Isis* 1832, p. 148.

(4) Publié par livraison in-4° et atlas folio. Paris.

(5) Le 3e volume contient des oiseaux; 1830 — 32, in-8°.

a étudié l'entomologie de la Guyane (1) en se bornant aux Coléoptères. Cet ouvrage est un véritable travail de zoologie géographique ; l'auteur y compare en détail les produits de la Guyane et ceux des contrées voisines. Il a trouvé une règle contraire à celle qu'on a cru observer en Europe, c'est-à-dire que la partie la plus riche est celle qui est située le plus près du littoral dans une zône de cinquante lieues.

M. Poey a décrit les Lépidoptères de Cuba (2), qu'il a observés sur les lieux ; M. Boisduval ceux de Madagascar, Bourbon et Maurice (3).

M. Smutz a publié un ouvrage sur les mammifères du Cap de Bonne-Espérance (4). Les poissons de Ceylan ont été décrits par M. Sibbald (5); ceux de la côte de Madère (6) par M. Lowe. M. Hodgson a étudié les mammifères et les oiseaux du Népaul (7). Enfin la zoologie de l'Inde a été l'objet d'un bel ouvrage de MM. Hardwiche et Gray (8).

Nous voici arrivés à la fin de ce résumé ; il ne nous reste plus qu'à jeter un coup-d'œil sur les nom-

(1) *Nouv. Ann. du Muséum.* T. II, p. 35.

(2). Poey. *Centurie de Lepidoptères de Cuba.* Paris in-8°.

(3) Boisduval. *Faune de Madagascar*, etc. Paris in-8°.

(4) *Dissertatio zoologica enumerans mammalia capensia.* Leyde 1832, in-4°.

(5) (6) (7) *Proceding of the zoolog. Society.* 1832.

(8) *Hardwiche and Gray. Illustrations of Indian zoology. London* 1828 — 32, folio.

breuses pertes que la zoologie a éprouvées cette année. Il y a peu de branches des sciences qui n'ait vu s'éteindre en 1832 (1) quelqu'un des hommes qui en faisaient la gloire ; mais parmi toutes les sciences, il n'en est aucune qui ait été frappée aussi violemment que la zoologie, assertion que la mort du premier naturaliste des temps modernes, de George Cuvier, suffirait seule pour justifier. Je ne puis ni ne dois répéter ici tout ce qui a été dit sur cet homme célèbre ; des plumes plus éloquentes que la mienne ont retracé ses titres à la gloire comme savant, ses services comme homme d'état, ses précieuses qualités comme ami.

Cette perte a été la plus grande, mais n'a pas été la seule. L'anatomie humaine a perdu le baron Portal. L'anatomie comparée a eu à pleurer Scarpa en Italie, Sir Everard Home en Angleterre, et Tiedemann en Allemagne !.. La mort s'est plu à frapper les sommités intellectuelles de tous les pays, privant ainsi la science en une seule année de ses meilleurs guides et de ses principaux soutiens.

---

(1) L'année 1833 a aussi été signalée par une perte douloureuse, celle du vénérable chef de l'entomologie, l'illustre professeur Latreille.





MÉLANGES.

NOTICE SUR LA DIX-HUITIÈME SESSION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES, RÉUNIE A LUGANO, CANTON DU TESSIN, LES 22, 23 ET 24 JUILLET 1833.

La Société Helvétique des Sciences Naturelles, en choisissant Lugano pour le lieu de sa session de 1833, avait en vue de procurer aux naturalistes suisses le plaisir de voir l'un des Cantons les plus favorisés de la nature, et qui par l'effet de son climat et de sa position géographique diffère le plus des autres parties de l'Helvétie; elle avait voulu encore se mettre en rapport avec les hommes éclairés du Canton du Tessin, et donner à la jeunesse de ce pays un encouragement à l'étude des sciences naturelles. Elle a rempli ce double but d'une manière sensible, et quoique cette session n'ait pu, à raison de l'éloignement et des circonstances politiques, être très-nombreuse, elle est une de celles qui laisseront le plus de souvenirs à ceux qui en ont fait partie.

Le voyage nécessaire pour se rendre à Lugano, appelait les naturalistes des diverses parties de la Suisse à visiter ces routes toutes modernes, toutes remarquables par les difficultés vaincues et la nature pittoresque des pays qu'elles traversent. Les uns, partant des Cantons occidentaux, ont traversé cette fameuse route du Simplon, monument d'une grande époque, et se sont rendus au Tessin en traversant le lac Majeur et en saluant les brillantes îles des Borromées; ceux de la Suisse centrale se sont rendus sur le lac de Lucerne où tous les souvenirs de l'histoire helvétique sont réunis, et ils ont franchi cette sauvage route du Saint-Gothard, qui vient tout récemment d'être ouverte aux voitures par les soins des Can-

tons d'Uri et du Tessin, en surmontant des difficultés locales qui auraient semblé exiger l'action des gouvernemens les plus puissans; d'autres enfin, après avoir traversé le Canton des Grisons, avaient à choisir la route du Saint-Bernardin que les Grisons et le Tessin viennent tout récemment d'ouvrir au commerce, ou celle du Splugen que l'Autriche a exécutée depuis la frontière suisse jusques au lac de Côme et qu'on se propose de poursuivre jusqu'à Milan. Quelle que fût la direction du voyage de ces naturalistes, tous ont eu à admirer sur leur route et les beautés pittoresques des Alpes et les efforts de l'industrie humaine; tous ont été frappés du contraste subit de la nature suisse et de la nature italienne, qui frappe les yeux les moins éclairés, dès qu'on franchit, en quel point que soit, ce rideau des Alpes qui sépare la région méditerranéenne de celle de de l'Europe septentrionale.

Les membres de la Société qui s'étaient rendus à Lugano, appartenaient aux Cantons de Berne, Vaud, Zurich, Argovie, Valais, Soleure, Bâle, Glaris, Grisons, Saint-Gall, Genève, et au Canton du Tessin même. Outre les sociétaires helvétiques, plusieurs savans italiens, tels que MM. le Dr. Franck, ci-devant professeur à Wilna, le Dr. Comolli, auteur de la Flore de Côme, le professeur Bertoloni de Bologne, le Dr. Gené, directeur du Musée de Turin, etc., ont assisté à la réunion.

La session a été ouverte dans la salle du Grand-Conseil, sous la présidence de M. d'Alberti, Conseiller d'État; le Vice-Président était le R. P. Genhart, Prévôt des Bénédictins à Bellinzone, et le Secrétaire M. l'Ingénieur Rocco von Menthlen de Bellinzone. Le nombre des membres présens de la Société était de trente-un, qui représentaient douze Cantons de la Confédération.

Première séance, 22 juillet. — M. le Président ouvre la séance par un discours en italien, où, après avoir rappelé les motifs qui déjà à plusieurs reprises avaient fait désirer à la Société de se réunir dans le Tessin, il témoigne l'intérêt avec lequel le gouvernement et la population de ce Canton ont vu ce vœu s'effectuer. Il s'excuse de se trouver appelé à la présidence d'une société de naturalistes, quoiqu'il n'ait pas fait de cette science son étude spéciale,

mais il s'excuse d'une manière à faire comprendre qu'il en connaît l'étendue et la dignité. Il annonce que, suivant l'exemple des autres Cantons, le Grand-Conseil du Tessin a accordé à la Société une somme de quatre cents livres de Suisse pour l'encouragement de ses travaux et comme expression de l'intérêt qu'il prend à la réunion actuelle. « Vous savez, » dit-il, en faisant allusion aux routes monumentales établies par son Canton au travers des Alpes, « vous savez quels efforts nous avons faits pour abaisser ces désastreuses montagnes qui nous séparent de nos Confédérés, et vous n'ignorez pas que, malgré l'analogie des gouvernemens et l'identité des intérêts, il reste encore une bien grande diversité de costumes, de langage, d'habitudes, entre notre Canton et le reste de la Suisse. Des réunions du genre de celles-ci, en établissant des relations personnelles entres les Confédérés, sont au nombre des institutions les plus propres à faire disparaître graduellement ces différences, et à établir entre tous les Cantons la meilleure des garanties, l'union des cœurs. »

Les Tessinois ont été jusqu'ici livrés de préférence aux beaux-arts, carrière dans laquelle plusieurs se sont rendus célèbres, et aux arts mécaniques et agricoles, qui ont porté la prospérité du pays à un point remarquable; mais les sciences naturelles sont peu cultivées parmi eux; les sciences exactes moins encore. Nous espérons que l'exemple de leurs Confédérés éveillera leur activité sur ces objets et leur ouvrira une nouvelle carrière. Partant de cet espoir, M. d'Alberti se considérant comme le représentant de la Société auprès de ses concitoyens, leur a exposé avec une clarté, une élégance et une vivacité remarquable d'expressions, le but de notre association, l'utilité des sciences naturelles et les ressources que la position et la variété des sites du Tessin offrent à leur étude. Il a engagé ceux qui y étaient déjà initiés, à faire des efforts pour répandre leurs connaissances, et la jeunesse tessinoise à ne pas se borner à ce qu'elle trouve dans l'enseignement des écoles, mais à observer par elle-même; il a encouragé tous les amateurs à se réunir à la Société générale et à la Société cantonale, pour faire connaître les richesses naturelles du pays. Il a montré que, quoique la science fût une, si on la considère dans son ensemble, il était nécessaire,

vu son immensité, de borner ses recherches à des branches spéciales, et il a tracé à grands traits ces divisions principales, l'esprit de chacune d'elles et la manière de la rendre plus utile à la prospérité nationale; il a montré même les relations intimes qui unissent les sciences physiques aux idées morales les plus élevées, et en a tiré de nouveaux argumens pour engager ses concitoyens à se livrer à l'étude des lois et des faits de la nature. Le talent naturel des habitans une fois porté sur ces études, peut leur faire parcourir la carrière avec honneur, et l'orateur leur rappelle ce mot du grand Haller : *Ab Alpibus ad Italiam spectantibus egoquidem plurimum boni spero*. Ce mot avait déjà été cité, en 1827, par l'un des anciens présidens de cette Société, M. Usteri, que la mort nous a dès lors enlevé, et cette circonstance fournit à M. d'Alberti l'occasion d'exprimer avec une touchante sensibilité les regrets qu'il a donnés à la perte de ce grand citoyen, avec lequel il était lié d'une intime amitié et auquel la Société doit beaucoup de son lustre et de son activité.

Après ce discours d'ouverture, qui a été écouté avec un intérêt toujours croissant et qui avait attiré un nombreux concours d'auditeurs, M. le Président présente à l'assemblée la liste des candidats qui aspirent à devenir membres de la Société. M. le Conseiller G. B. Riva est autorisé à siéger immédiatement comme secrétaire pour la partie allemande.

On dépose sur le bureau les comptes de la Société pour l'année 1832; la nomination de la commission de revision est laissée au Président.

Sur la proposition de M. le professeur De Candolle de Genève, le Comité central est chargé de porter au gouvernement du Tessin, les remerciemens de la Société pour le don de 400 liv. de Suisse, qu'il lui a fait.

Le professeur Choisy de Genève lit un rapport de la Commission nommée pour régler le concours ouvert l'année dernière, et pour établir un système d'observations permanentes relativement à l'histoire et à la statistique des eaux de la Suisse. Après avoir entendu ce rapport, la Société confirme les décisions prises et les crédits ouverts dans la session précédente.

Le professeur Schinz de Zurich, lit un mémoire tendant à démontrer l'utilité d'une collection entomologique, et à provoquer la réunion des experts en cette matière, pour faire avancer en Suisse l'étude des insectes. Sur la proposition de M. De Candolle, on nomme une Commission chargée de présenter, dans la séance du 24, un projet pour l'établissement d'une collection entomologique.

Le Prof. Studer de Berne lit un mémoire du Prof. Brunner de la même ville, sur la convenance de séparer en catégories distinctes, les publications scientifiques de la Société, pour leur donner plus d'utilité.

Le même présente une carte topographique du Saint-Gothard dressée par un jeune Bernois, son parent.

Le même lit un rapport sur les eaux thermales du Canton de Berne et sur leurs propriétés médicales; il parle ensuite de toutes les eaux thermales, qui ont quelque réputation en Suisse, sans oublier de mentionner le travail du P. Genhard sur l'*Acqua Rossa* de Blenio, dans le Canton du Tessin, et d'énumérer les autres eaux salutaires que possède ce Canton à Stabbio, à Olivone et à Airolo. Il conclut en engageant la Commission nommée pour cet objet à poursuivre son travail et à faire un rapport.

M. Ziegler-Steiner de Winterthur offre à la Société de la part du professeur Configliacchi de Pavie, membre honoraire, plusieurs exemplaires du portrait de l'illustre Volta. Il est chargé des remerciemens de la Société.

M. le professeur Horner de Zurich, n'ayant pu se rendre à la Société, rend compte, par l'intermédiaire du professeur Schinz, des travaux du secrétariat-général séant à Zurich. Le rapport est renvoyé à l'examen du comité central.

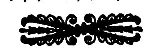
Le professeur Schinz lit un mémoire sur le magnétisme et l'électricité. On lit le rapport des travaux de la Société Cantonale de Fribourg.

Seconde séance, 23 *juillet*. — M. le Major de Salis des Grisons, lit un mémoire du Comité de la Société de son Canton, qui demande l'achèvement des travaux trigonométriques de la carte topographique des Alpes suisses, et que l'on commence l'opération par le



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME II DE 1833. (LE LIIIe DE LA SÉRIE)



s ; 406,91 mètres,

temps, soit 3°,49′,

UT 1833.

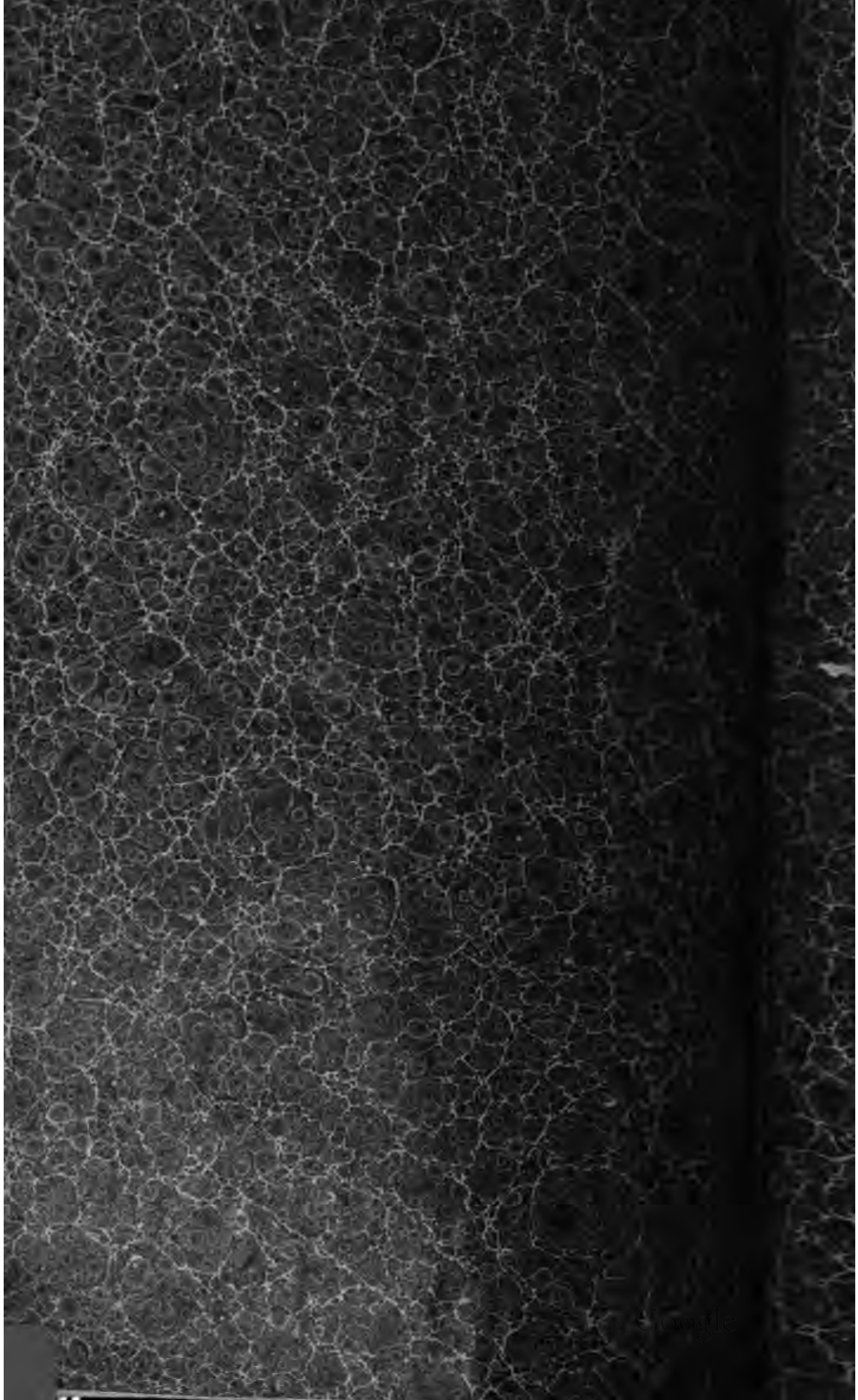
Phases de la Lune.	ROMETRE cheveu. Midi.	3 h.	PLUI ou NEIG en 24
	degrés.	degrés.	
	68	68	—
	74	70	—
	65	62	—
	73	67	—
	68	57	—
	65	62	—
	73	70	—
☾	71	65	—
	67	80	—
	76	79	pl. 1,1
	47	44	—
	70	65	—
	52	53	—
	63	70	2,7
●	90	80	1,6
	77	72	—
	63	62	—
	88	100	—
	67	63	2,2
	75	64	—
☽	65	64	—
	63	64	—
	64	66	—
	59	68	2,7
	73	63	—
	64	62	—
	72	68	—
	74	66	—
	76	69	—
☉	48	45	—
	93	82	—
Mo	69,13	66,77	Eau 10

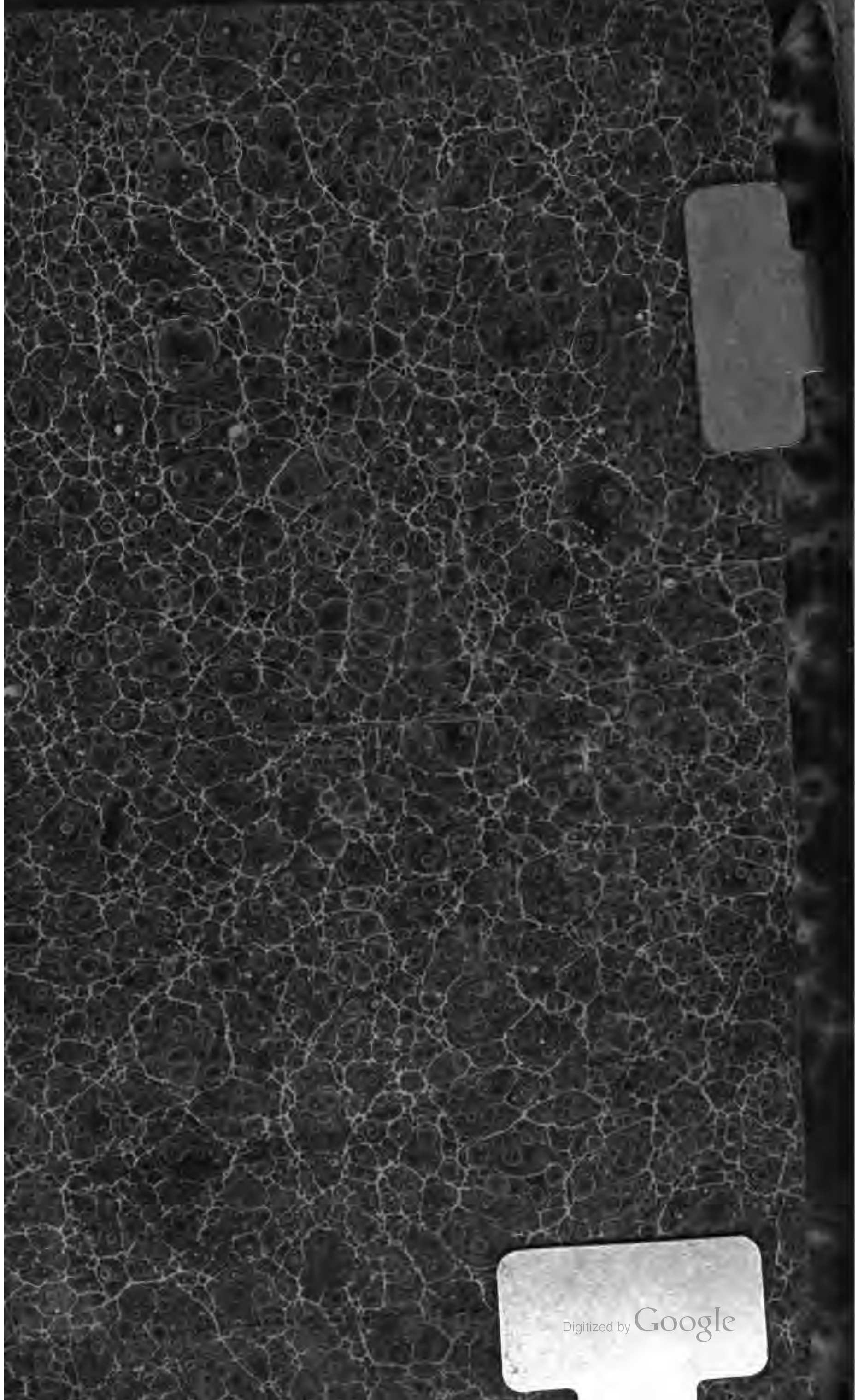
TABI

BERNAR celles qu'on fait à GENÈVE.

MÈTRE E IEL.

	3 h. ap.	3 h. ap. m.
x.	deg. dix	
)	+ 7, 0	brouil.
3	4, 3	brouil.
)	1, 8	brouil.
)	3, 1	sol. nua.
:	5, 9	sol. nua.
)	7, 3	sol. nua.
)	4, 0	pluie
7	0, 8	brouil.
)	3, 2	sol. nua.
3	3, 4	brouil.
4	4, 0	sol. nua.
3	3, 6	pluie
8	3, 9	couvert
4	4, 3	sol. nua.
5	2, 8	pluie
6	2, 1	sol. nua.
9	4, 6	sol. nua.
8	6, 9	serein
8	7, 6	sol. nua.
6	8, 7	sol. nua.
5	0, 4	neige
0	- 0, 7	sol. nua.
8	+ 6, 8	sol. nua.
2	6, 7	sol. nua.
6	4, 8	sol. nua.
4	6, 5	serein
2	7, 9	sol. nua.
0	6, 8	sol. nua.
2	4, 4	sol. nua.
5	8, 1	sol. nua.
)2	+ 4, 7	




Digitized by Google

